

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal

Marcelino Antônio do Amaral Filho

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE EUCALIPTO A *Thyrintina arnobia* E
*Thaumastocoris peregrinus***

**Diamantina - Minas Gerais
2017**

Marcelino Antônio do Amaral Filho

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE EUCALIPTO A *Thyrintina arnobia* E
*Thaumastocoris peregrinus***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Lourenço de Assis Júnior

**Diamantina - Minas Gerais
2017**

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 – 2618.

A485r

Amaral Filho, Marcelino Antônio do
Resistência de genótipos de eucalipto a *Thyriniteina arnobia* e
Thaumastocoris peregrinus / Marcelino Antônio do Amaral Filho. –
Diamantina, 2018.
57 f. : il.

Orientador: Sebastião Lourenço de Assis Júnior

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência
Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

1. Percevejo bronzeado do eucalipto. 2. Lagarta parda do eucalipto.
3. Interação inseto planta. 4. *Eucalyptus*. 5. *Corymbia*. I. Assis Júnior,
Sebastião Lourenço de. II. Título. III. Universidade Federal dos Vales
do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 634.973

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

MARCELINO ANTÔNIO DO AMARAL FILHO

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE EUCALIPTO A *Thyrintea arnobia* E
*Thaumastocoris peregrinus***

Dissertação apresentada ao
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIA FLORESTAL - STRICTO
SENSU, nível de MESTRADO como
parte dos requisitos para obtenção do
título de MAGISTER SCIENTIAE EM
CIÊNCIA FLORESTAL

Orientador : Prof. Dr. Sebastião
Lourenço De Assis Júnior

Data da aprovação : 31/01/2018



Prof.Dr. SEBASTIÃO LOURENÇO DE ASSIS JÚNIOR - UFVJM



Prof.Dr. MARCELO LUIZ DE LAIA - UFVJM



Prof.Dr. PEDRO GUILHERME LEMES ALVES - UFMG

DIAMANTINA

Aos meus pais, exemplos de retidão e fontes de amor e apoio incondicionais...

... *Dedico*

A Deus, que me guia e me ilumina em todos os momentos da minha vida;

À Nossa Senhora Aparecida, Mãe Protetora;

À minha família, base da minha caminhada;

À UFVJM, instituição que me acolheu e me permitiu alcançar o título de Bacharel em Engenharia Florestal;

Ao Professor Dr. Sebastião Lourenço de Assis Júnior, pela orientação, parceria e aconselhamento que permitiram realizar este e outros trabalhos;

Ao meu irmão, João Victor, por me insentivar e caminhar comigo nesta vasta trajetória na Engenharia Florestal;

Aos meus pais, por se doarem por mim e por me sempre me apoiarem;

À Rafaella, fiel companheira, por ser apoio certo em todas as horas;

Aos colegas de graduação e pós-graduação, pela companhia diária;

Aos ilustres Professores Doutores participantes da banca de defesa de dissertação, pela disponibilidade, atenção e rica colaboração;

À Aperam BioEnergia e toda sua equipe de colaboradores, pelo suporte;

A todos que contribuíram para a concretização desta pesquisa ...

... Agradeço

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

Figura 1 - Box-plot apresentando a variação do fator de ataque de *T. arnobia* aos genótipos de eucalipto testados 19

Figura 2 - Análise do pós-teste 2 de Friedman pareado, a 95% de significância. Colunas seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si 21

Figura 3 - Dendrograma gerado pelo método UPGMA, baseado na matriz de dissimilaridade euclidiana existente entre os fatores de ataque médios de *T. arnobia* sobre os 11 tratamentos avaliados. Retângulos pontilhados correspondem a sugestões de possíveis grupos de materiais genéticos, perante à não preferência alimentar de *T. arnobia* 22

Figura 4 - Índice de Preferência Alimentar de genótipos de eucalipto para lagartas de *T. arnobia* em teste com livre chance de escolha 23

Figura 5 - Mudas dos 11 genótipos testados quanto à antixenose a lagartas de *T. arnobia*, anteriormente (A) e posteriormente (B) a serem submetidas a condições de rustificação durante 45 dias 24

ARTIGO 2

Figura 1: Estrutura de criação massal de *T. peregrinus* 35

Figura 2: Procedimento de medição dos teores de clorofila total, por meio do clorofilômetro ClorofiLOG *Falker* 36

Figura 3: Posicionamento das tiras de papel filtro, fixadas na face abaxial de folhas das mudas submetidas ao ataque de *T. peregrinus*, nos testes com livre chance de escolha 37

Figura 4: Posicionamento das mudas na gaiola (A), indivíduos adultos de *T. peregrinus* utilizados em uma repetição dos ensaios (B) e liberação dos insetos ao centro de uma gaiola (C) 38

Figura 5: Contagem de insetos com auxílio de espelho, para avaliação dos índices de atratividades dos materiais genéticos a *T. peregrinus* 39

Figura 6: Folha de eucalipto com gotículas de excrementos (*honeydew*) (A), contagem das gotículas com microscópio estereoscópico (B e C) 40

Figura 7: Postura de <i>T. peregrinus</i> posicionada sobre tira de papel fixada na face abaxial de folha de eucalipto	41
Figura 8: Índices de atratividade (IA) dos 11 materiais avaliados para adultos de <i>Thaumastocoris peregrinus</i> , em teste com livre chance de escolha.	45
Figura 9: Número médio de gotículas de excremento (<i>honeydew</i>) para os 11 clones testados para a atividade alimentar de adultos de <i>T. peregrinus</i> , em teste com livre chance de escolha	46

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Tabela 1 - Genótipos de eucalipto utilizados no teste de resistência a <i>Thyriniteina arnobia</i> .	15
Tabela 2 - Classes de desfolha, com respectivos intervalos e centros, em porcentagem	16
Tabela 3 - Resultados da análise do pós-teste 1 de Friedman pareado, a 95% de significância .	20

ARTIGO 2

Tabela 1 - Genótipos de eucalipto utilizados no teste de resistência a <i>Thaumastocoris</i>	34
Tabela 2 – Número médio \pm Erro Padrão da Média (EP) de indivíduos de <i>T. peregrinus</i> atraídos por mudas de diferentes genótipos de eucalipto, nas distintas horas após a liberação (hAL), em teste com livre chance de escolha	44
Tabela 3 – Número médio de posturas de <i>T. peregrinus</i> \pm Erro Padrão da Média (EP), colocadas nas mudas dos diferentes materiais genéticos testados, em um teste com livre chance de escolha	48
Tabela 4 – Teores médios de clorofila total em folhas de eucalipto previamente (T ₁) e posteriormente (T ₂) ao ataque de adultos de <i>T. peregrinus</i> , seguidos da variação média ocorrida (%) \pm erro padrão (EP)	49

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12
ARTIGO 1: RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE EUCALIPTO A <i>Thyriniteina arnobia</i> Stoll (Lepidoptera: Geometridae)	14
1 INTRODUÇÃO.....	15
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
2.1 Implantação e condução do experimento	17
2.2 Obtenção dos insetos	17
2.3 Não preferência para a alimentação	18
2.4 Grau de tolerância	19
2.5 Análises estatísticas	20
2.5.1 Não preferência para alimentação	20
2.5.2 Grau de tolerância.....	20
3 RESULTADOS	21
3.1 Não preferência para alimentação	21
3.2 Grau de tolerância.....	25
4 DISCUSSÃO.....	27
5 CONCLUSÕES	29
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
ARTIGO 2: RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE EUCALIPTO A <i>Thaumastocoris</i> <i>peregrinus</i> Carpintero & Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae)	33
1 INTRODUÇÃO.....	34
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
2.1 Local de estudo.....	36
2.2 Obtenção das mudas e dos insetos	37
2.3 Implantação do experimento	38
2.4 Atratividade com livre chance de escolha	40

2.5	Atividade alimentar	42
2.6	Preferência para oviposição.....	43
2.7	Variação do teor de clorofila total	43
2.8	Análises estatísticas	44
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
3.1	Atratividade com livre chance de escolha	44
3.2	Atividade alimentar	47
3.3	Preferência por oviposição	49
3.4	Variação no teor de clorofila total	50
4	CONCLUSÕES	52
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
	CONCLUSÃO GERAL	57

1 INTRODUÇÃO GERAL

2
3 Árvores dos gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia* (Myrtaceae) são amplamente
4 cultivadas em mais de 50 países, recobrando uma área de cerca de 19,5 milhões de hectares
5 (excluindo-se os mais de 11 milhões de hectares nativos localizados na Austrália) (SHI et al.,
6 2012). O aumento da demanda por madeira e seus subprodutos impulsionou este crescimento.
7 Entretanto, os resultados positivos alcançados advêm, principalmente, dos investimentos dos
8 setores público e privado na pesquisa e desenvolvimento de tecnologias que favoreçam o
9 rendimento das florestas e diminuam seus custos produtivos.

10 O setor florestal brasileiro destaca-se por ser líder mundial em produtividade.
11 Todavia, a sustentabilidade desta é determinada, dentre outros fatores limitantes, pela ação de
12 pragas nativas, como as formigas cortadeiras, cupins, besouros e as lagartas desfolhadoras
13 (GALLO et al., 2002). Neste último grupo, *Thyriniteina arnobia* Stoll (Lepidoptera:
14 Geometridae), vulgarmente conhecida como lagarta-parda, é considerada o principal
15 lepidóptero desfolhador das florestas brasileiras de eucalipto (ANJOS et al., 1987). Além das
16 nativas, as pragas exóticas também exercem efeito negativo sobre o crescimento e a produção
17 dos plantios de eucalipto. Dentre estas, destacam-se as pragas introduzidas no país a partir do
18 ano de 2003, como o psílideo-de-concha, *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera:
19 Psyllidae); percevejo-bronzeado, *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé
20 (Hemiptera: Thaumastocoridae) e vespa-da-galha, *Leptocybe invasa* Fischer & LaSalle
21 (Hymenoptera: Eulophidae).

22 Na busca da mitigação das implicações negativas causadas pelas pragas do
23 eucalipto, diversas táticas de manejo são empregadas isoladamente ou em consonância. Esta
24 prática, denominada Manejo Integrado de Pragas (MIP), consiste em um sistema de apoio de
25 decisões para a adoção de práticas de controle de pragas, fundamentada em análises de
26 custo/benefício que consideram os impactos sobre os produtores, sociedade e ambiente
27 (KOGAN, 1998). Dentre as estratégias de manejo integrado de pragas do eucalipto, insere-se a
28 seleção de espécies e genótipos de plantas resistentes aos insetos.

29 A resistência das plantas a pragas é uma característica que varia tanto em função de
30 fatores ambientais, em particular os que afetam a fisiologia do vegetal, como de fatores
31 genéticos, de forma a haver evidências de que diferentes materiais genéticos apresentam
32 variações de susceptibilidade a agentes bióticos herbívoros ou patógenos (BOIÇA JÚNIOR et
33 al., 2013) Por esta razão, torna-se parte integrante dos programas de melhoramento genético do

eucalipto, a etapa de avaliação dos genótipos a serem utilizados comercialmente pelas empresas, quanto à resistência às pragas florestais. Desta forma, criam-se subsídios para a recomendação do plantio de clones em escala produtiva, considerando-se o nível da susceptibilidade dos mesmos aos diversos insetos daninhos.

Esta pesquisa se propôs a avaliar genótipos de *Eucalyptus* sp. e *Corymbia* sp. quanto ao grau de resistência à *T. arnobia* e *T. peregrinus*, de maneira a compor a base estratégica do manejo integrado destas pragas em plantios dos materiais genéticos avaliados. Desta forma, o presente trabalho é composto por dois artigos científicos. No primeiro artigo, formatado segundo as normas do periódico Revista Árvore (Brazilian Journal of Forest Science), foram abordadas as hipóteses de preferência alimentar de *T. arnobia* por híbridos de eucalipto e de tolerância destes ao ataque da praga.

No segundo artigo, formatado de acordo com as normas para publicação no periódico Revista Floresta e Ambiente (Floram), abordou-se a atratividade de genótipos de *Eucalyptus* sp. e *Corymbia* sp. sobre *T. peregrinus*, bem como a preferência por oviposição, a atividade alimentar da praga e a influência da fitofagia deste inseto sobre parâmetros ecofisiológicos dos vegetais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANJOS, N.; SANTOS, G.P.; ZANÚNCIO, J.C. **A lagarta parda, *Thyriniteina arnobia* Stoll, 1782 (Lepidoptera: Geometridae) desfolhadora de eucaliptos**. Boletim técnico. EPAMIG, n.25, p.1-56. 1987.

BOIÇA JÚNIOR, A.L.; SOUZA, B.H.S.; LOPES, G.S.; COSTA, E.N.; MORAES, R.F.O.; EDUARDO, W.I. **Atualidades em resistência de plantas a insetos - Tópicos em Entomologia Agrícola - VI**. p.207-224. 2013.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ. 920p. 2002.

KOGAN, M. **Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments**. Annual Review of Entomology n.43: p.243-270. 1998.

IBÁ. **Relatório 2017 Indústria Brasileira de Árvores**. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf> . Acessado em: 10 de novembro de 2017.

SHI, Z., XU, D., YANG, X., JIA, Z., GUO, H., ZHANG, N. **Ecohydrological impacts of eucalypt plantations: a review.** Journal of food, agriculture and Environment. n.10, p1419–1426. 2012

ARTIGO 1: RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE EUCALIPTO A *Thyriniteina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae)

RESUMO - O trabalho teve como objetivo estudar a resistência de 11 genótipos de eucalipto (C1 a C11) ao ataque de lagartas de *Thyriniteina arnobia*, quanto aos mecanismos de antixenose e tolerância. Avaliou-se a não preferência por alimentação da praga às mudas destes materiais genéticos, bem como o grau de tolerância ao ataque. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados (DBC), com 11 tratamentos e 5 repetições, sendo cada uma representada por uma gaiola de criação. Para o teste de não preferência por alimentação, as lagartas foram liberadas no centro de cada gaiola, de forma que pudessem se direcionar, por instinto, rumo às mudas, que ficaram expostas ao ataque dos insetos por 120 horas. Ao fim deste período, analisou-se a atratividade dos insetos pelas mudas dos clones desafiados. Para avaliar as respostas das mudas dos diversos materiais genéticos ao ataque de *T. arnobia* e determinar, assim, o grau de tolerância aos danos causados, ao finalizar o teste de não preferência para alimentação, os vegetais foram acondicionados em bandejas plásticas para tubetes e posteriormente, armazenados por 45 dias em plataforma de rustificação de viveiro de mudas. Todos os genótipos testados apresentam característica de deterrência à alimentação de *T. arnobia*, quando comparados ao genótipo controle. Mudas dos genótipos testados, incluindo-se o controle, quando submetidas a condições de rustificação, apresentam característica de tolerância ao ataque de *T. arnobia*. Consideram-se os genótipos C3 e C8 moderadamente tolerantes, os genótipos C2, C10, C9, C7, C4, C1 e C6 tolerantes e o genótipo C5 altamente tolerante ao ataque de *T. arnobia*.

Palavras-chave: lagarta-parda-do-eucalipto; interação inseto-planta; *Eucalyptus* spp.

RESISTANCE OF EUCALYPTUS GENOTYPES TO *Thyriniteina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae)

ABSTRACT - The objective of this work was to study the resistance of 11 eucalyptus genotypes (C1 to C11) to the attack of *T. arnobia* caterpillars, in relation to antixenosis and tolerance mechanisms. It was evaluated the non-preference for feeding of the pest to the seedlings of these genetic materials, as well as the degree of tolerance to the attack. A randomized complete block design (DBC) was used, with 11 treatments and 5 replications, each one represented by a breeding cage. For the non-feed preference test, the caterpillars were released in the center of each cage, so that they could instinctively direct towards the seedlings, which were exposed to insect attack for 120 hours. At the end of this period, the attractiveness of the insects was analyzed by the seedlings of the challenged clones. In order to evaluate the responses of the different genetic material to the attack of *T. arnobia* and to determine the degree of tolerance to the damages caused, at the end of the test of non-preference for feeding, the vegetables were packed in plastic trays for tubes and later, stored for 45 days in a nursery nursery platform. All genotypes tested presented a characteristic of detergency to the feeding of *T. arnobia*, when compared to the control genotype. Seedlings of the genotypes tested, including the control, when submitted to conditions of rustification, present a characteristic of tolerance to the attack of *T. arnobia*. The genotypes C3 and C8 are moderately tolerants, the genotypes C2, C10, C9, C7, C4, C1 and C6 tolerant and the genotype C5 highly tolerant to the attack of *T. arnobia*.

Keywords: *Eucalyptus* brown looper; plant-insect interaction; *Eucalyptus* spp.

1 INTRODUÇÃO

A análise e a manipulação da resistência de plantas a insetos consistem em poderosas ferramentas na busca pela redução dos danos causados por pragas. A empregabilidade de tais práticas apresenta alta potencialidade de mitigação das perdas em campo, pois contribui para a redução efetiva da população dos insetos daninhos, além de minimizar os efeitos adversos de produtos químicos sintéticos no ambiente (BOIÇA JÚNIOR et al., 2013).

Em programas de melhoramento genético de espécies florestais é fundamental a adequada identificação das categorias de resistência de plantas hospedeiras. Uma vez estabelecido um banco genético com elevado índice de resistência a pragas, entende-se que o manejo integrado destas torna-se facilitado, já que as características genotípicas das árvores contribuem, por natureza, para a penalização das pragas na interação inseto-plantas (JESUS et al., 2015).

A resistência de plantas a insetos é classificada em três categorias distintas: não preferência ou antixenose, antibiose e tolerância. Estes, também podem ser considerados diferentes mecanismos de resistência, apresentados em consonância ou isoladamente pelos vegetais diante do ataque de insetos (LARA, 1991).

Os mecanismos de resistência de vegetais ligados à antixenose relacionam-se tanto com a influência dos metabólitos secundários das plantas que atuam nas respostas dos insetos na seleção de hospedeiros, quanto às defesas morfológicas. Quando uma planta mostra capacidade de crescer e se reproduzir, apesar de atacada por uma população de insetos aproximadamente igual à que danifica plantas susceptíveis, ela é classificada como tolerante à praga em questão (HOFFMANN-CAMPO et al., 1994). Os mecanismos interferem no processo de seleção do hospedeiro e têm papel fundamental na interação inseto-plantas, haja vista que insetos fitófagos possuem consistente padrão de preferência quando têm chance de escolher entre dois ou mais alimentos (KOGAN, 1982).

Espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia*, vulgarmente tratadas como eucalipto, são amplamente plantadas nos cinco continentes. Índia, Brasil, China e Austrália são os países com os maiores maciços florestais destas espécies (SHI et al., 2012). O crescimento e o desenvolvimento dos plantios de eucalipto de seu país de origem, podem ser explicados, dentre outros fatores, pelo baixo número de pragas e doenças incidentes nestes locais não nativos (SAAVEDRA et al., 2015). Todavia, no Brasil, o eucalipto se tornou hospedeiro de diversas espécies autóctones e, dentre elas, vários lepidópteros (ZANUNCIO et al., 2006).

Thyriniteina arnobia (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) é considerada praga chave e principal lepidóptero desfolhador da eucaliptocultura brasileira, com surtos populacionais periódicos e consequentes danos em plantios de eucalipto em diversas regiões do país (OLIVEIRA et al., 2005).

A primeira referência de ataques de *T. arnobia* a plantios de eucalipto no Brasil, se deu em 1949 no Rio Grande do Sul, de acordo com Berti Filho (1974). De 1949 a 1989 esta espécie causou danos em aproximadamente 485 mil hectares de reflorestamento (PERES FILHO, 1992). No ano de 2017, um surto de *T. arnobia* ocorrido no Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais, causou danos em cerca de 4,5 mil hectares de *Eucalyptus cloeziana* (AMARAL FILHO, 2017).

Dentre as possíveis causas para a sucessão de surtos populacionais de *T. arnobia*, Zanuncio et al. (2003) consideram que os mesmos ocorrem, pois, plantas exóticas como eucalipto, possivelmente, ainda não desenvolveram mecanismos de defesa contra os lepidópteros desfolhadores, o que já teria acontecido em espécies nativas (HOLTZ et al., 2003). Sobre estas últimas, registrou-se o ataque de *T. arnobia* em *Villaresia congonha*, *Ilex paraguaiensis*, *Campomanesia* spp., *Eugenia* spp. e *Psidium guajava* (CHIARELLI, 1943; FERREIRA, 1980; SANTOS et al., 2000). Outros autores já consideram que o maior consumo foliar de *T. arnobia* em eucalipto pode relacionar-se à menor qualidade nutricional destas plantas em comparação às mirtáceas nativas (PERES FILHO e BERTI FILHO, 2003).

Em decorrência do potencial daninho apresentado por *T. arnobia* a eucalipto, práticas do seu manejo integrado, tais quais o controle biológico, controle microbiano e químico, foram estudadas e consolidadas (PASTORI et al., 2012; CAMILO et al., 2015; PEREIRA et al., 2015). Desta forma, as mesmas foram empregadas estrategicamente para a manutenção do índice populacional da praga abaixo do nível de dano econômico.

O presente trabalho tem como objetivo, estudar a resistência de genótipos de eucalipto ao ataque de lagartas de *T. arnobia*, quanto aos mecanismos de antixenose e tolerância. Avaliou-se a não preferência por alimentação de *T. arnobia* a mudas destes materiais genéticos, bem como o grau de tolerância ao ataque da praga. Por fim, objetivou-se determinar a escala de resposta de diferentes genótipos de eucalipto à *T. arnobia*, de maneira a orientar programas de melhoramento genético de *Eucalyptus* spp. e *Corymbia* spp.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Implantação e condução do experimento

O experimento foi conduzido no Laboratório de Entomologia Florestal e no Viveiro de Produção de Mudanças da empresa Aperam BioEnergia, localizados na cidade de Itamarandiba, Minas Gerais, em fevereiro de 2017. Para a avaliação da resistência à *Thyrinteina arnobia*, foram selecionadas mudas de 11 materiais genéticos, provenientes da referida empresa (Tabela 1). Os genótipos foram selecionados em função de suas elevadas produtividades potenciais. Em laboratório, os ensaios foram mantidos sob temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar de $70\pm 10\%$ e fotoperíodo 12/12h (claro/escuro).

Tabela 1 - Genótipos de eucalipto utilizados no teste de resistência a *Thyrinteina arnobia*
Table 1 – *Eucalyptus* genotypes used at the *Thyrinteina arnobia* resistance test

Denominação	Parentais
Clone C1	<i>Eucalyptus urophylla</i> – híbrido espontâneo
Clone C2	<i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>Eucalyptus pellita</i>
Clone C3	(<i>Eucalyptus camaldulensis</i> x <i>Eucalyptus grandis</i>) x <i>Eucalyptus urophylla</i>
Clone C4	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus pellita</i>
Clone C5	<i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>Eucalyptus pellita</i>
Clone C6	<i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>Eucalyptus pellita</i>
Clone C7	<i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>Eucalyptus pellita</i>
Clone C8	<i>Eucalyptus urophylla</i> x (<i>Eucalyptus camaldulensis</i> x <i>Eucalyptus grandis</i>)
Clone C9	<i>Eucalyptus urophylla</i> x (<i>Eucalyptus camaldulensis</i> x <i>Eucalyptus grandis</i>)
Clone C10	<i>Corymbia citriodora</i> x <i>Corymbia torelliana</i>
Clone C11 - Padrão susceptível	<i>Eucalyptus cloeziana</i>

As mudas possuíam, no início dos testes, idade de 90 dias e foram produzidas por meio de propagação via miniestaquia e plantadas em tubetes de volume de 55 cm³, contendo substrato à base de vermiculita e casca de arroz carbonizada.

2.2 Obtenção dos insetos

As lagartas foram obtidas no campo, em surto ocorrido em um plantio de híbrido espontâneo de *Eucalyptus urophylla* localizado em Itamarandiba/MG. Foram coletadas 250 lagartas de *T. arnobia* pertencentes ao 5º e 6º estádios de desenvolvimento larval e mantidas em ramos de *E. urophylla* com as bases imersas em recipiente com água para manutenção da turgescência.

2.3 Não preferência para a alimentação

Para a realização do teste de não preferência para a alimentação com livre chance de escolha, foram utilizadas mudas sadias e com no mínimo quatro pares de folhas totalmente expandidas, de todos os genótipos (Tabela 1). Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados (DBC), com 11 tratamentos (clones) e 5 repetições, sendo cada uma representada por uma gaiola de criação de madeira (80 x 35 x 35 cm), revestida por tecido *voil* e com porta de madeira, modelo IPEF (WILCKEN et al., 2011) (Anexo 1).

As mudas foram acondicionadas em uma grade de madeira para permanecerem-na posição vertical. A grade também permitiu isolar os insetos, de uma bandeja posicionada sob os tubetes, contendo água para hidratação dos vegetais (Anexo 2).

As lagartas foram liberadas no centro da grade de madeira, de forma que pudessem se direcionar, por instinto, rumo às mudas. O ensaio foi conduzido por 05 dias. Após este período, avaliaram-se os seguintes parâmetros:

- Número de mudas atacadas de cada clone;
- Número de folhas totalmente expandidas por muda;
- Número de folhas totalmente expandidas atacadas por muda;
- Percentual de área foliar consumida de cada folha.

O percentual de área foliar consumida de cada folha foi estimado visualmente. No intuito de facilitar a interpretação dos resultados, estabeleceram-se cinco classes de percentuais de área foliar consumida (Tabela 2).

Tabela 2 - Classes de desfolha, com respectivos intervalos e centros, em porcentagem
Table 2 - Defoliation classes, with respective intervals and centers, in percentage

Classe de desfolha	Intervalo de classe (%)	Centro de Classe (%)
CD ₁	1-20	10,5
CD ₂	21-40	30,5
CD ₃	41-60	50,5
CD ₄	61-80	70,5
CD ₅	81-100	90,5

Com base na avaliação dos parâmetros, calculou-se o fator de ataque, de acordo com a seguinte fórmula:

$$FA = \left(\sum_{i=0}^{i=5} (NFCDi \times Cci) \right) \times NFC/NFt$$

Em que:

FA: Fator de ataque;

NFCDi: Número de folhas consumidas na i-ésima classe de desfolha;

Cci: Centro da i-ésima classe de desfolha;

NFC: Número de folhas consumidas;

NFt: Número total de folhas.

A partir do fator de ataque, foram calculados índices de preferência para alimentação (IP), adaptados do método de Lin et al. (1990), de acordo com a seguinte fórmula:

$$IP = \frac{2T}{(T + P)}$$

Em que:

IP: índice de preferência;

T: fator de ataque médio para o genótipo avaliado;

P: fator de ataque médio para o genótipo padrão susceptível - *E. cloeziana*.

Os valores de IP variam de 0 a 2, sendo que IP = 1 indica preferência semelhante entre o genótipo avaliado e o padrão (neutro); IP < 1 refere-se à menor atração do genótipo avaliado (deterrente para alimentação); e, IP > 1 indica maior atração (estimulante para alimentação).

2.4 Grau de tolerância

Para avaliar as respostas das mudas dos diversos materiais genéticos ao ataque de *T. arnobia* e determinar, assim, o grau de tolerância aos danos causados, ao finalizar o teste de não preferência para alimentação, os vegetais foram acondicionados em bandejas plásticas para tubetes e posteriormente, armazenados em plataforma de rustificação do viveiro de mudas

(Anexo 3). Os vegetais foram mantidos em condições de pleno sol, sob irrigações regulares realizadas, durante o período do dia, a cada três horas.

Quarenta e cinco dias após a transferência das mudas para a plataforma, realizou-se a análise visual das plantas de maneira a contabilizar o número de mudas por genótipo que emitiram novas folhas, brotações apicais ou laterais. Desta forma, foi possível definir se mudas e os materiais genéticos testados apresentaram condições de reestabelecimento do crescimento vegetativo após o ataque de *T. arnobia*, se mantidos em condições de plataforma de rustificação, com irrigação constante.

2.5 Análises estatísticas

2.5.1 Não preferência para alimentação

Os dados de fatores de ataque utilizados para a análise de não preferência para alimentação foram testados quanto à homogeneidade de variâncias (Teste de Bartlett) e normalidade de resíduos (Teste Lilliefors). As faltas de homogeneidade e de normalidade foram detectadas, procedendo-se então com transformações de dados dos tipos $(x+0,5)^{1/2}$; $\log x$; $x^{1/2}$ e $2\sqrt{x}$. Apesar da realização das transformações, os dados continuaram apresentando ausências de homogeneidade e normalidade.

Em razão da natureza dos dados abordados, empregou-se então uma análise de estatística não paramétrica para experimentos em DBC, por meio do teste de Friedman. Como teste estatístico preliminar, utilizaram-se os *ranks* dos dados para o cálculo das estatísticas (qui-quadrado e p-valor).

De forma a auxiliar na interpretação dos resultados encontrados, foi gerada uma matriz de dissimilaridade euclidiana e, logo após, procedeu-se com a análise de agrupamento pelo método UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*), tendo como produto final um dendrograma.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software R versão 3.3.0 (R CORE TEAM, 2015), com o auxílio dos pacotes Agricolae (MENDIBURU, 2016) e Vegan (OKSANEN et al., 2016).

2.5.2 Grau de tolerância

Os valores obtidos na avaliação do grau de tolerância nos 11 tratamentos foram idênticos e por isso, não foram submetidos a análises estatísticas.

3 RESULTADOS

3.1 Não preferência para alimentação

Os dados referentes à não preferência para alimentação de *T. arnobia* por genótipos de eucalipto revelaram haver diferenças significativas entre os tratamentos avaliados (Friedman X^2 : 29,02; p-valor: 0,001237). Constatou-se que todas as mudas utilizadas tiveram folhas predadas, todavia, a análise do fator de ataque permitiu detalhar o grau de não preferência da praga pelos genótipos testados, uma vez que o número de folhas atacadas e a porcentagem de área foliar consumida variaram entre os tratamentos. O gráfico da Figura 1 permitiu identificar a grande diferença existente entre o fator de ataque apresentado entre tratamento C11 e os demais.

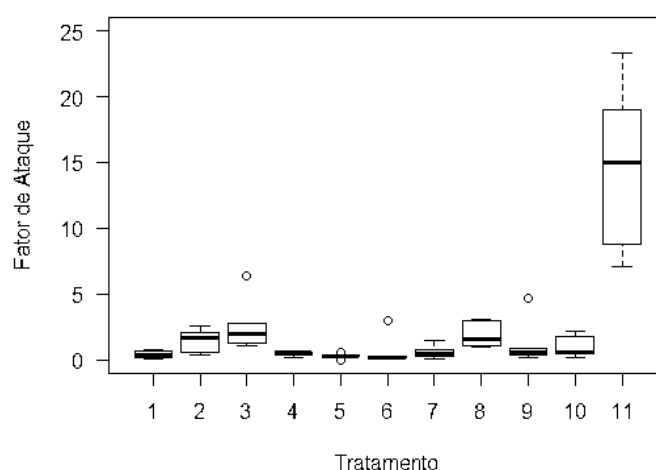


Figura 1-Box-plot apresentando a variação do fator de ataque de *Thyrinteina arnobia* aos genótipos de eucalipto testados.

Figure 1 - Box-plot showing the variation of the attack factor of *Thyrinteina arnobia* to the tested eucalyptus genotypes.

Uma vez que o teste preliminar indicou diferença significativa entre dois ou mais tratamentos ($p < 0,05$), realizou-se o teste de Friedman pareado para comparação dos tratamentos dois a dois (pós-teste 1). Por meio dessa comparação, identificaram-se diferenças significativas apenas entre o clone controle (C_{11}) e os clones C_1 , C_5 e C_6 (Tabela 3). Desta forma, o teste indicou que os demais materiais genéticos apresentaram não preferência para alimentação para *T. arnobia*, significativamente semelhantes entre si. Contudo, observações realizadas ao fim do ensaio permitiram identificar possíveis diferenças entre estes clones e, por isso, foram utilizados outros testes para a investigação dos resultados.

372 **Tabela 3-** Resultados da análise do pós-teste 1 de Friedman pareado, a 95% de significância
373 **Table 3-** Results of the Friedman post-test 1 analysis, at 95% significance
374

Friedman X ² : 29,02		p-valor: 0,001237	
Tratamento I	Tratamento II	p-valor	Sig.
2	1	0,97738	n.s.
3	1	0,43622	n.s.
4	1	1	n.s.
5	1	0,99997	n.s.
6	1	1	n.s.
7	1	1	n.s.
8	1	0,50411	n.s.
9	1	0,99957	n.s.
10	1	0,99927	n.s.
11	1	0,03273	**
3	2	0,99366	n.s.
4	2	0,99366	n.s.
5	2	0,76957	n.s.
6	2	0,97038	n.s.
7	2	0,99710	n.s.
8	2	0,99710	n.s.
9	2	0,99999	n.s.
10	2	1	n.s.
11	2	0,57313	n.s.
4	3	0,57313	n.s.
5	3	0,13184	n.s.
6	3	0,40280	n.s.
7	3	0,64225	n.s.
8	3	1	n.s.
9	3	0,90962	n.s.
10	3	0,92577	n.s.
11	3	0,99366	n.s.
5	4	0,99957	n.s.
6	4	1	n.s.
7	4	1	n.s.
8	4	0,64225	n.s.
9	4	0,99997	n.s.
10	4	0,99994	n.s.
11	4	0,06023	*
6	5	0,99999	n.s.
7	5	0,99881	n.s.
8	5	0,16702	n.s.
9	5	0,96190	n.s.
10	5	0,95167	n.s.
11	5	0,00414	**
7	6	1	n.s.

8	6	0,46948	n.s.
9	6	0,99927	n.s.
10	6	0,99881	n.s.
11	6	0,02822	**
8	7	0,70823	n.s.
9	7	0,99999	n.s.
10	7	0,99999	n.s.
11	7	0,07963	*
9	8	0,93949	n.s.
10	8	0,95167	n.s.
11	8	0,98754	n.s.
10	9	1	n.s.
11	9	0,25677	n.s.
11	10	0,28257	n.s.

n.s.: Não significativo * : não significativo - 0,05<p-valor<0,07 ** : significativo - p-valor<0,05

De forma a sumarizar possíveis grupos de genótipos com não preferência alimentar semelhante a *T. arnobia*, foi gerado o pós-teste 2, apresentando comparação dos contrastes entre tratamentos em forma de grupos. Este teste utiliza a estatística não paramétrica de Friedman, e baseia-se na comparação de contrastes entre duas médias realizada no teste de Tukey.

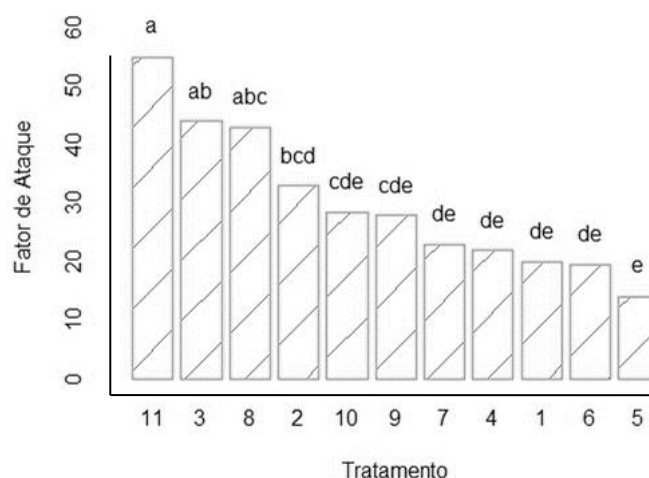


Figura 2- Análise do pós-teste 2 de Friedman pareado, a 95% de significância. Colunas seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Figure 2 - Results of Friedman's post-test 2, at 95% significance. Columns followed by the same letter do not differ statistically from each other.

A Figura 2 apresenta os resultados obtidos por meio do segundo pós-teste. As análises indicam que os clones C₃ e C₈ apresentaram fatores de ataque estatisticamente semelhantes ao ocorrido no clone C₁₁. Da mesma forma, percebe-se que o clone C₅ apresentou o menor valor médio de fator de ataque, dentre os genótipos testados.

Os resultados obtidos pela análise de agrupamento permitem identificar no Dendrograma dois grandes grupos: o primeiro deles, formado apenas pelo clone controle C₁₁. O segundo grande grupo, englobando os demais materiais genéticos, pode ser desmembrado em dois subgrupos. Entende-se que o clone C₃ apresenta menor característica de não preferência alimentar, sendo mais susceptível à *T. arnobia*, considerando características antixenóticas, quando comparado aos outros genótipos submetidos à predação de lagartas-pardas.

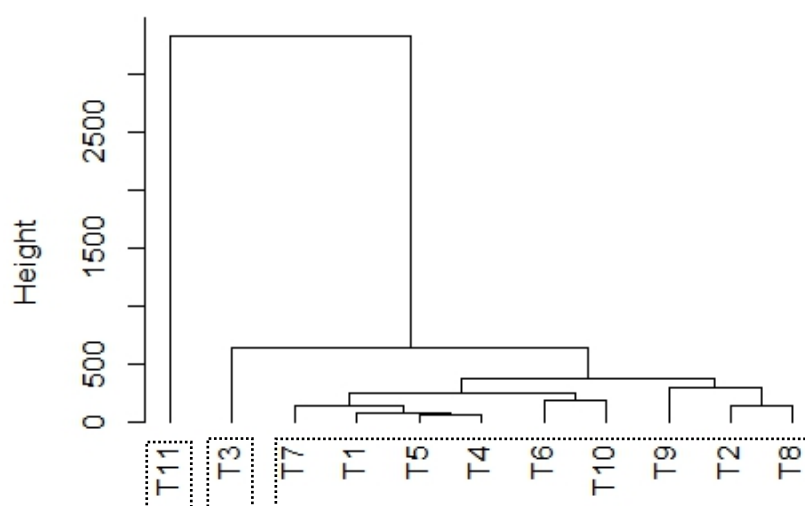


Figura 3- Dendrograma gerado pelo método UPGMA, baseado na matriz de dissimilaridade euclidiana existente entre os fatores de ataque médios de *T. arnobia* sobre os 11 tratamentos avaliados. Retângulos pontilhados correspondem a sugestões de possíveis grupos de materiais genéticos, perante à não preferência alimentar de *T. arnobia*.

Figure 3- Dendrogram made by the UPGMA method, based on the Euclidean dissimilarity matrix existing between the average attack factors of *T. arnobia* on the 11 evaluated treatments. Dotted rectangles correspond to suggestions of possible groups of genetic material, in view of the non-food preference of *T. arnobia*.

Apesar de haver diferenças entre os fatores de ataque, relativos à não preferência alimentar de *T. arnobia* pelos clones avaliados (C₁ a C₁₀), a análise do índice de preferência (IP) permitiu classificar todos os genótipos como deterrentes quanto ao estímulo para a alimentação (Tabela 5).

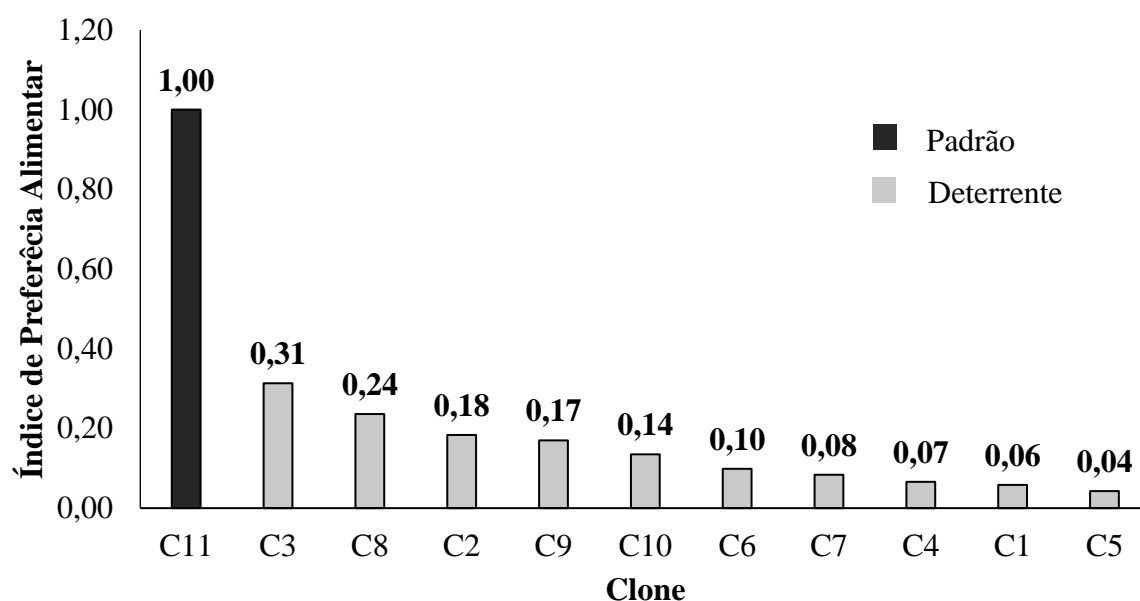


Figura 4 - Índice de Preferência Alimentar de genótipos de eucalipto para lagartas de *T. arnobia* em teste com livre chance de escolha.
Figure 4 - Feeding Preference Index of eucalyptus genotypes for *T. arnobia* caterpillars in a free choice test.

A Figura 4 apresenta o elevado grau de deterrência dos materiais genéticos testados, quando comparados à testemunha C₁₁.

3.2 Grau de tolerância

As análises do grau de tolerância permitiram constatar que, todas as mudas utilizadas no teste de antixenose, apresentaram características de aparente recuperação das perdas foliares inerentes à fitofagia do inseto. Não foram identificadas mudas mortas, sendo que 100% dos vegetais foram capazes de emitir novas folhas, brotações apicais ou laterais (Figura 8).



431 **Figura 5** - Mudas dos 11 genótipos testados quanto à antixenose a lagartas de *Thyrinteina arnobia*, anteriormente (A) e posteriormente (B) a serem
 432 submetidas a condições de rustificação durante 45 dias.

433 **Figure 5** - Seedlings of the 11 genotypes tested for antixenosis to *Thyrinteina arnobia* caterpillars, previously (A) and later (B) to be subjected to
 434 conditions of rustification for 45 days.

4 DISCUSSÃO

Os dados observados neste trabalho permitem considerar que os clones desafiados apresentam características de defesa, seja de ordem química ou morfológica, contra o ataque de lagarta-parda-do-eucalipto. Todavia, o elevado grau de adaptação de *T. arnobia* em se alimentar de folhas de *Eucalyptus*, bem como se desenvolver e gerar descendentes nutrindo-se apenas de espécies deste gênero, foi evidenciado em diversos trabalhos. Holtz et al. (2003) demonstraram em seu estudo que, mesmo quando plantas de eucalipto apresentam indução de defesa, *T. arnobia* se desenvolveu e manteve suas populações nessa essência florestal, mostrando que esses herbívoros convivem com o sistema de defesa de plantas de eucalipto.

Jesus et al. (2015) demonstraram em sua pesquisa a grande variabilidade de resistência à *T. arnobia* existente dentre espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia*. Segundo estes autores, *Eucalyptus robusta*, *Eucalyptus brassiana*, *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis* apresentam-se altamente susceptíveis a *T. arnobia*. Os clones C₃ e C₈, que continham *E. grandis* em sua composição genética, também demonstraram menores graus de tolerância, quando comparados aos demais materiais testados. Por isso, foram considerados apenas moderadamente resistentes ao ataque de *T. arnobia*. Ademais, Jesus et al. (2015) encontraram resultados que possibilitaram considerar que *Eucalyptus dunnii* e o cruzamento *Corymbia citriodora* x *Corymbia torelliana* apresentam características antibióticas e/ou antixenóticas para *T. arnobia*. Da mesma forma, o clone C₁₀ (*C. citriodora* x *C. torelliana*), demonstrou ser pouco preferido por *T. arnobia* para sua alimentação.

O fato de *T. arnobia* ter migrado de seu hospedeiro de origem, a goiabeira, para outros hospedeiros como o eucalipto, permite considerar que, aparentemente, este inseto está sobrepujando o sistema de defesa química das plantas, se adaptando rapidamente aos novos vegetais predados (HOLTZ et al., 2003). Estes mesmos autores encontraram sobrevivência larval de *T. arnobia* em *Eucalyptus cloeziana* (média \pm erro padrão) de 78,00 \pm 1,76% para valores de 30,30 \pm 0,38% em goiaba, em ensaios conduzidos sob condições de campo. Considera-se que, de maneira a suplementar o direcionamento dos perfis de resistência dos materiais genéticos testados no presente trabalho, cabe a realização de ensaios de antibiose similares aos desenvolvidos por Holtz et al. (2003). O comportamento daninho de *T. arnobia* sobre plantas de *E. cloeziana* foi evidenciado neste trabalho, uma vez que as plantas desta espécie apresentaram elevado grau de predação.

Considerando-se a busca por resistência de plantas a insetos, a deterrência é uma característica positiva e desejada, uma vez que os clones se apresentam desestimulantes à alimentação da praga, quando comparados ao material genético altamente susceptível. Nesta pesquisa, considera-se, então, que a presença de estímulos negativos de natureza morfológica ou química interferiram negativamente sobre a fitofagia das lagartas, após a mordida de prova. Mudanças do clone C₁₀, híbrido de *C. citriodora* e *C. torelliana*, são caracterizadas por terem folhas pilosas e mediantemente coriáceas. Possivelmente por isso, não foram altamente preferidas por *T. arnobia* para sua alimentação.

Dentre os fatores promotores de deterrência, a presença de determinados compostos químicos nos tecidos foliares de vegetais, tem influência direta sobre a preferência de ataque de insetos fitófagos. Os compostos químicos secundários, tais quais os componentes de óleos essenciais e os fenois, principalmente os taninos, podem ser deletérios para *T. arnobia* (SANTOS et al., 2000). Batista-Pereira et al. (2006) constataram que folhas de *C. citriodora*, *E. camaldulensis*, *E. grandis* e *E. urophylla* apresentam altas quantidades de compostos secundários. Uma vez que todos os materiais genéticos testados no presente trabalho (C₁ a C₁₀) possuem parentais de ao menos uma destas espécies de eucalipto, pode-se considerar a possibilidade de ocorrência de ação aleloquímica destes compostos sobre *T. arnobia*. Todavia, cabe a realização da análise de compostos químicos foliares para confirmação desta consideração.

O termo aleloquímico refere-se ao composto químico utilizado como defesa contra insetos herbívoros pelas plantas, seja afetando a abundância, o ataque, a sobrevivência a fecundidade e o desenvolvimento de tais insetos (GOULD, 1998). De maneira a escapar da ação deste tipo de pressão, os insetos tendem a desenvolver mecanismos de defesa, como por exemplo, a migração para hospedeiros susceptíveis. *E. cloeziana* (clone C₁₁), por possuir níveis intermediários de óleos essenciais em suas folhas, as quais também apresentam características morfológicas atrativas à *T. arnobia* (folhas macias) caracteriza-se como material susceptível à praga.

O resultado obtido no teste de tolerância indicou que as mudas dos onze genótipos testados, quando mantidas em condições de rustificação em viveiro de mudas, toleram os danos causados por lagartas de *T. arnobia*, na pressão exercida pelos insetos, na densidade de indivíduos utilizada no experimento de não preferência para alimentação em condições de laboratório.

Entende-se que, em situação de plantio em campo, mudas dos mesmos materiais genéticos podem apresentar comportamentos de tolerância ao ataque de *T. arnobia* discrepantes dos encontrados neste ensaio. Esta proposição se faz necessária, uma vez que os vegetais estariam submetidos a condições ambientais rígidas, sem suplementação contínua de água, fator de grande influência no crescimento vegetativo. Contudo, mesmo ao ponderar tal questão, considera-se que os materiais genéticos testados tendem a apresentar bom desempenho vegetativo após a interrupção do ataque de *T. arnobia*.

5 CONCLUSÕES

Todos os genótipos testados apresentam característica de deterrência à alimentação de *T. arnobia*, quando comparados ao genótipo controle.

Mudas dos genótipos testados, incluindo-se o controle, quando submetidas a condições de rustificação, apresentam característica de tolerância ao ataque de *T. arnobia*.

Considera-se o genótipo C₃ moderadamente tolerante, os genótipos C8, C2, C10, C9, C7, C4, C1 e C6 tolerantes e o genótipo C5 altamente tolerante ao ataque de *T. arnobia*.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL FILHO, M.A. Panorama da ocorrência de *Thyriniteina arnobia* na região de Itamarandiba/MG, no ano de 2017. **Relatório Interno**. 3p. 2017.
- BATISTA-PEREIRA, L.G.; FERNANDES, J.B.; CORRÊA, A.G.; SILVA, M.F.G.F.; VIEIRA, P.C. **Electrophysiological responses of Eucalyptus brown looper *Thyriniteina arnobia* to essential oils of seven Eucalyptus species**. Journal of the Brazilian Chemical Society. v.17, p.555-561. 2006.
- BERTI FILHO, E. **Biologia de *Thyriniteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) e observações sobre a ocorrência de inimigos naturais**. Tese (Doutorado em Entomologia) - ESALQ, USP. 1974
- BOIÇA JÚNIOR, A.L.; SOUZA, B.H.S.; LOPES, G.S.; COSTA, E.N.; MORAES, R.F.O.; EDUARDO, W.I. **Atualidades em resistência de plantas a insetos - Tópicos em Entomologia Agrícola - VI**. p.207-224. 2013.
- CAMILO, S.S.; SOARES, M.; ZANUNCIO J.C.; LEITE, G.L.D.; PIRES, E.M.; CRUZ, M.C.M. **Plantas hospedeiras de *Thyriniteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) afetam o desenvolvimento do parasitoide *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae)**. Revista Árvore. v.39: p.159-166. 2015.
- CHIARELLI, A. **Um geometrídeo prejudicial alayerba mate, *Thyriniteina arnobia***. Revista Argentina de Agronomía. v.10: p.250-255. 1943.
- FERREIRA, M. B. **Frutos comestíveis nativos do cerrado em Minas Gerais**. Informe Agropecuário.v.6: p:9-18.1980.
- GOULD, F. **Sustainability of transgenic insecticidal cultivars: Integrating pest genetics and ecology**. Annual Review of Entomology. v.43: p.701-726. 1998.
- HOFFMANN-CAMPO, C.B; MAZZARIN, R.M.; LUSTOSA, P.R. **Mecanismos de resistência de genótipos de soja: teste de não preferência para *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818 (Lep.: Noctuidae)**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v.29: p.513-519. 1994.
- HOLTZ, A.M.; OLIVEIRA, H.G.; PALLINI, A.; MARINHO, J.S.; ZANUNCIO, J.C.; OLIVEIRA, C.L. **Adaptação de *Thyriniteina arnobia* em novo hospedeiro e defesa induzida por herbívoros em eucalipto**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v.38: p.453-458. 2003.
- JESUS, F.G.; NOGUEIRA, L.; BOIÇA JÚNIOR, A.L.; RIBEIRO, Z.A.; ARAÚJO, M.S.; ZANUNCIO, J.C. **Resistance of *Eucalyptus* spp. Genotypes to eucalyptus brown looper *Thyriniteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae)**. Australian Journal of Crop Science. v.9: p.1016-1021. 2015.
- KOGAN, M. Plant resistance in pest management: In: METCALF, R.L.; LUCKMANN, W.H. **Introduction to pest management**. J. Wiley. p.93-134. 1982.

- LARA, F.M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2.ed. São Paulo, Ícone, 336p. 1991.
- LIN, H.; KOGAN, M.; FISCHER, D. **Induced resistance in soybean to the mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae): comparisons of inducing factors**. Environmental Entomology. v.19: p.1852-1857. 1990.
- MENDIBURO, F. agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research. R package version 1.2.8. 2017.
- OKSANEN, F.J.; GUILLAUME, B.; FRIENDLY, M.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MCGLINN, D.; MINCHIN, P.R.; O'HARA, R.B.; GAVIN, L.S.; SOLYMOS, P.; H.M.H., STEVENS; SZOECS, E.; WAGNER, H. **vegan: Community Ecology Package**. R package version 2.4-5. 2017
- OLIVEIRA, H.N.; ZANUNCIO, J.C.; PEDRUZZI, E.P.; ESPINDULA, M.C. **Rearing of *Thyriniteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) on guava and eucalyptus in laboratory**. Brazilian Archives of Biology and Technology.v.48: p. 801-806. 2005.
- PASTORI, P.L.; PEREIRA, F.F.; ANDRADE, G.S.; SILVA, R.O.; ZANUNCIO, J.C.; PEREIRA, A.I.A. **Reproduction of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) in pupae of two lepidopterans defoliators of eucalypt**. Revista Colombiana de Entomologia.v.38: p.91-93. 2012.
- PEREIRA, A.G.; SILVA, R.B.; DIAS, M.M.; PENTEADO-DIAS, A.M. **Study on the Hymenoptera parasitoid associated with Lepidoptera larvae in reforestation and agrosilvopastoral systems at Fazenda Canchim (Embrapa Pecuária Sudeste) São Carlos, SP, Brazil**. Brazilian Journal of Biology. v.75: p.783-789. 2015.
- PERES FILHO, O.; KLEIN, H.; BERTI FILHO, E. **Surto de lagartas em *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) no estado de Mato Grosso**. Revista de Agricultura, v.67, n.2. p. 181-182. 1992.
- PERES FILHO, O.; BERTI FILHO, E. **Exigências térmicas de *Thyriniteina arnobia* (Stoll, 1782) e efeitos da temperatura na sua biologia**. Ciência Florestal. v.13: p.143-151. 2003.
- SAAVEDRA, M.C.; WITHERS, T.M.; HOLWELL, G.I. **Susceptibility of four *Eucalyptus* host species for the development of *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero and Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae)**. Forest Ecology and Management.v.336: p.210-216. 2015.
- SANTOS, G.P.; ZANUNCIO, T.V.; ZANUNCIO, J.C. **Desenvolvimento de *Thyriniteina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae) em folhas de *Eucalyptus urophylla* e *Psidium guajava***. Anais da Sociedade Entomológica Brasileira. v.29: p.13-22. 2000.
- SHI, Z.; XU, D.; YANG, X.; JIA, Z.; GUO, H.; ZHANG, N. **Ecohydrological impacts of eucalypt plantations: a review**. Journal of Food, Agriculture & Environment, v. 10: p. 1419-1426. 2012.
- WILCKEN, C.F.; SÁ, L.A.N.; POGETTO, M.H.F.A.D.; COUTO, E.B.; FERREIRO FILHO, P.J.; FIRMINO-WILCKER, D.C. **Sistema de criação do psílídeo-de-concha *Glycaspis***

brimblecombei (Hemiptera: Psyllidae) e de seu parasitoide *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) para programa de controle biológico em plantações de eucalipto. Documentos Técnicos IPEF. p.25. 2010.

ZANUNCIO, J.C.; OLIVEIRA, H.G.; MARINHO, J.S.; OLIVEIRA, C.L. Aspectos biológicos de *Thyrintina arnobia* (Lep.: Geometridae) provenientes de lagartas criadas em folhas de *Eucalyptus cloesiana* ou de *Psidium guajava* sob condições de campo. Revista Árvore. v.27: p. 897-901. 2003.

ZANUNCIO, T.V.; ZANUNCIO, J.C.; FREITAS, F.A.; PRATISSOLI, D.; SEDIYAMA, C.; MAFFIA, V.P. Main lepidopteran pest species from an eucalyptus plantation in Minas Gerais, Brazil. Revista de Biologia Tropical. v.54: p.553-560. 2006.

ARTIGO 2: RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE EUCALIPTO A *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae)

RESUMO – *Thaumastocoris peregrinus* é uma das principais pragas exóticas dos plantios de eucalipto no Brasil e, por isso, estratégias de seu manejo devem ser refinadas. O estudo da resistência de eucalipto ao ataque de *T. peregrinus* é uma alternativa interessante para a minimização de perdas de produtividade. Este trabalho objetivou estudar o padrão de resistência de 11 clones de eucalipto (C1 a C4, C6 a C12) ao ataque de percevejo bronzeado, avaliando-se aspectos ligados à antixenose e à tolerância destes à praga. Foram analisados a atratividade com livre chance de escolha, atividade alimentar, preferência para oviposição e variação do teor de clorofila total pré e pós ataque de *T. peregrinus*. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com 11 tratamentos e 5 repetições, sendo cada uma representada por uma gaiola de criação. No início e no fim do ensaio, aferiram-se os teores de clorofila foliar total dos vegetais. Setecentos adultos de *T. peregrinus* foram liberados ao centro de cada gaiola, dirigindo-se instintivamente às mudas, que ficaram expostas ao ataque por 120 horas. Os clones C1, C11 e C6, apresentam menor atratividade aos adultos de *T. peregrinus*. C6 e C11 propiciaram menor atividade alimentar da praga. Os clones C8, C9, C6 e C11, tiveram menor variação do teor foliar de clorofila total. O clone C2 apresentou características estimulantes à alimentação de *T. peregrinus*. Consideram-se os clones C3 e C12 susceptíveis a *T. peregrinus*. São C1, C2, C4, C7, C8, C9, C10, moderadamente resistentes e C6 e C11 são considerados resistentes à praga.

Palavras-chave: percevejo-bronzeado-do-eucalipto, interação inseto-planta; *Eucalyptus* spp.

RESISTANCE OF EUCALYPTUS GENOTYPES TO *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae)

ABSTRACT - *Thaumastocoris peregrinus* is one of the main exotic pests of eucalyptus plantations in Brazil and, therefore, management strategies must be refined. The study of eucalyptus resistance to the attack of *T. peregrinus* is an interesting alternative in order to minimize productivity losses. The objective of this work was to study the resistance pattern of 11 eucalyptus clones (C1 to C4, C6 to C12) to the attack of bronze bugs, evaluating aspects related to the antixosis and their tolerance to the pest. The attractiveness with free choice, food activity, preference for oviposition and variation of the total chlorophyll content pre and post attack of *T. peregrinus* were analyzed. A randomized block design was used, with 11 treatments and 5 replicates, each one represented by a breeding cage. At the beginning and at the end of the test, the total leaf chlorophyll content of the plants was measured. Seven hundred adults of *T. peregrinus* were released to the center of each cage, instinctively turning to the seedlings, which were exposed to the attack for 120 hours. Clones C1, C11 and C6 are less attractive to adults of *T. peregrinus*. C6 and C11 provided lower pest activity. Clones C8, C9, C6 and C11 had lower leaf chlorophyll content. Clone C2 presented stimulatory characteristics to *T. peregrinus* feeding. Clones C3 and C12 susceptible to *T. peregrinus* are considered. They are C1, C2, C4, C7, C8, C9, C10, moderately resistant and C6 and C11 are considered resistant to the pest.

Keywords: *Eucalyptus* bronze bug; plant-insect interaction; *Eucalyptus* spp.

1 INTRODUÇÃO

O setor brasileiro de florestas tornou-se um dos mais relevantes no cenário global. Dentre os 7,84 milhões de hectares de cultivos florestais, destacam-se aqueles compostos por espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia*. Em números, tais espécies ocupam cerca de 5,7 milhões de hectares e estão localizados, principalmente, nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul (IBÁ, 2017).

As florestas de eucalipto brasileiras apresentam rendimentos dentre os mais elevados do mundo, atribuídos, principalmente, ao alto grau de adaptação que esta espécie exótica apresentou no Brasil. Sinergicamente, avanços tecnológicos, operacionais e científicos contribuíram em demasia para o sucesso da eucaliptocultura no país.

Em linhas gerais, as áreas plantadas de eucalipto brasileiras têm apresentado ganhos gradativos de produtividade. O impressionante crescimento e desenvolvimento dos plantios de eucalipto em muitos países fora da Austrália, seu país de origem, pode ser explicado pela falta de pragas e doenças que influenciam, negativamente, populações de eucalipto na sua região nativa. (WINGFIELD, 2003). Apesar disso, a ação de fatores limitantes, dentre eles pragas e doenças, têm afetado de maneira substancial e crescente a produção da cultura em todo o mundo (FERREIRA, 2013).

Os principais insetos nativos do Brasil causadores de perdas de produtividade na cultura do eucalipto são os cupins, lagartas desfolhadoras, besouros desfolhadores ou serradores e formigas cortadeiras (ZANUNCIO, 2003). Todavia, a entrada de pragas exóticas no país, tem comprometido as plantações brasileiras.

No ano de 2008, o inseto *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae) vulgarmente conhecido como percevejo bronzeado do eucalipto, foi detectado no município de São Francisco de Assis, RS (WILCKEN et al., 2010). Atualmente, a praga, originária da Austrália, é encontrada em diversos estados do Sul, Centro Oeste, Sudeste e Nordeste do Brasil (SAVARIS et al., 2011; BARBOSA et al., 2010; PEREIRA et al., 2013).

O percevejo bronzeado apresenta hábito sugador e caracteriza-se por ser um inseto pequeno de corpo achatado, com aproximadamente três milímetros de comprimento. Alimenta-se da seiva do eucalipto, obtida através de perfurações feitas nas folhas e ramos finos. Tal ataque é responsável pelos sintomas de prateamento, seguido pelo bronzeamento da massa foliar do vegetal, culminando, em casos severos, em perda foliar e consequente decréscimo da área fotossinteticamente ativa ou até morte da árvore (BUTTON, 2007).

Trabalhos apresentando a quantificação das perdas causadas pelo ataque de percevejo bronzeado são escassos na literatura. Em sua pesquisa realizada no estado de Minas Gerais, Junqueira (2016) constatou reduções no estoque de madeira, causadas pelo percevejo bronzeado, na ordem de 14,2% ao final do ciclo produtivo de sete anos. Tal perda ocasionou prejuízos superiores a R\$1.400,00 por hectare, considerando-se a produtividade média brasileira de 36 m³/ha/ano. Outros trabalhos evidenciaram a perda de produtividade causada por pragas desfolhadoras em geral (BATTAGLIA et al., 2011; JACQUET et al., 2014; PIZZI, 2015).

Por se tratar de um inseto-praga de elevada importância para a eucaliptocultura, são necessários estudos envolvendo melhorias e desenvolvimento de novas metodologias de manejo do percevejo bronzeado. O manejo químico apresenta potencialidades em casos de surtos em campo. Machado et al. (2016) constataram a eficiência deimidacloprid, tiametoxam e lambda-cialotrina, em condições de laboratório. Na Austrália, imidacloprid injetado no tronco de árvores apresentou eficiência de controle na concentração de 3 a 5mL/10 cm do DAP (diâmetro a altura do peito) (NOACK et al. 2009).

A principal estratégia de manejo do percevejo bronzeado é baseada no seu controle biológico, utilizando-se o parasitoide de ovos, *Cleurochoides noackae* Linand Huber (Hymenoptera: Mymaridae), importado da Austrália em 2012 (WILCKEN et al., 2015), além de predadores nativos, como *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) (BARBOSA et al., 2010), *Supputius cincticeps* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae) (SOUZA et al., 2012) e *Atopozelus opsimus* Elkins (Hemiptera: Reduviidae) (DIAS et al., 2014). De acordo com WILCKEN et al. (2017), considerando o controle microbiano, fungos entomopatogênicos, como *Beauveria bassiana* (Balsamo-Crivelli) Vuillemin (Clavicipitaceae), têm sido utilizados e causado extensiva mortalidade da praga.

O estudo da resistência de eucalipto ao ataque de *T. peregrinus* consiste em uma alternativa interessante na busca pela minimização de perdas de produtividade em campo. A tradicional arquitetura dos plantios clonais, comumente instalados em extensas áreas contíguas, favorece o desenvolvimento e o ataque da praga, que é relativamente generalista, ataca e se desenvolve em diversas espécies de eucalipto, como demonstrado no trabalho de SMANIOTTO et al. (2017). Considerando tal questão, dois fatores cooperam em demasia para as perdas causadas pelo percevejo bronzeado em campo: a grande oferta de alimento e a utilização de clones susceptíveis ao ataque do inseto na formação dos maciços florestais. Desta maneira, pesquisas envolvendo a resistência de materiais genéticos a *T. peregrinus* têm elevada

importância, pois contribuem para a busca da do equilíbrio ecológico da praga nos ambientes florestais, com pouco ou nenhum impacto ambiental, além de serem compatíveis com os diversos métodos de controle (JESUS et al., 2015).

Considerando-se o exposto, o presente trabalho objetivou estudar o padrão de resistência de diferentes materiais genéticos de eucalipto ao ataque de *T. peregrinus*, avaliando-se aspectos ligados à antixenose e à tolerância destes à praga. Para tal, foram analisados os seguintes parâmetros: atratividade com livre chance de escolha, atividade alimentar, preferência para oviposição e variação do teor de clorofila total pré e pós ataque de *T. peregrinus*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de estudo

O trabalho foi instalado e conduzido durante o mês de maio de 2017, no Laboratório de Entomologia Florestal da empresa Aperam BioEnergia, situado em Itamarandiba/MG. Avaliaram-se 11 genótipos comerciais de *Eucalyptus* spp. e *Corymbia* spp. da referida empresa (Tabela 1), quanto à resistência ao ataque de *T. peregrinus*.

Tabela 1 - Genótipos de eucalipto utilizados no teste de resistência a *Thaumastocoris peregrinus*.

Table 1- *Eucalyptus* genotypes used at the *Thaumastocoris peregrinus* resistance test.

Denominação	Parentais
Clone C1	<i>Eucalyptus urophylla</i> – híbrido espontâneo
Clone C2	<i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>Eucalyptus pellita</i>
Clone C3	(<i>Eucalyptus camaldulensis</i> x <i>Eucalyptus grandis</i>) x <i>Eucalyptus urophylla</i>
Clone C4	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus pellita</i>
Clone C6	<i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>Eucalyptus pellita</i>
Clone C7	<i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>Eucalyptus pellita</i>
Clone C8	<i>Eucalyptus urophylla</i> x (<i>Eucalyptus camaldulensis</i> x <i>Eucalyptus grandis</i>)
Clone C9	<i>Eucalyptus urophylla</i> x (<i>Eucalyptus camaldulensis</i> x <i>Eucalyptus grandis</i>)
Clone C10	<i>Corymbia citriodora</i> x <i>Corymbia torelliana</i>
Clone C11	<i>Eucalyptus cloeziana</i>
Clone C12*	<i>Eucalyptus urophylla</i> – híbrido espontâneo

*Padrão susceptível

Os ensaios foram mantidos em ambiente controlado, com temperatura de 25±2°C, umidade relativa do ar de 70±10% e fotoperíodo 12/12h (claro/escuro).

2.2 Obtenção das mudas e dos insetos

As mudas dos 12 materiais genéticos avaliados foram produzidas no viveiro de mudas da Aperam BioEnergia, por meio do processo de miniestaquia. Inicialmente, as estacas foram plantadas em tubetes plásticos de volume de 55 cm³ contendo substrato à base de casca de arroz carbonizada e vermiculita. Ao alcançarem os 90 dias de idade, os vegetais foram transplantados para tubetes plásticos de 120 cm³ de volume, contendo o mesmo substrato que os anteriores e mantidos em ambiente de rustificação a pleno sol. O transplântio se deu, objetivando-se oferecer condições de crescimento e estabelecimento das mudas até a idade de 180 dias, momento em que foram utilizados no experimento.

Os insetos utilizados no trabalho foram obtidos da criação massal de *T. peregrinus* do Laboratório de Entomologia Florestal da Aperam BioEnergia. Ramos de *Eucalyptus camaldulensis* foram agrupados em forma de buquês e acondicionados em fracos do tipo erlenmeyer, de capacidade de 3 litros, com água para os manterem túrgidos. Os fracos foram posicionados verticalmente em vasos plásticos contendo areia para melhor acomodação (Figura 1).



Figura 1: Estrutura de criação massal de *Thaumastocoris peregrinus*.
Figure 1: *Thaumastocoris peregrinus* mass ciation structure.

Adultos de *T. peregrinus* oriundos de um surto ocorrido em plantio do *E. camaldulensis*, em campo, foram coletados e colocados nos ramos em laboratório. Sobre os ramos, estenderam-se fitas de papel filtro com 2 cm de largura, com o objetivo de obtenção das posturas da praga. Quando as fitas apresentavam grande quantidade de massas de ovos, estas foram recolhidas e transferidas para outro buquê de ramos isentos da presença de insetos. No total, 3500 insetos adultos emergidos neste segundo buquê foram capturados e utilizados no experimento.

2.3 Implantação do experimento

Para a avaliação dos seguintes parâmetros: atratividade com livre chance de escolha, atividade alimentar, preferência por oviposição e variação do teor de clorofila total, instalou-se um experimento com delineamento em blocos ao acaso, contendo 11 tratamentos e 5 repetições. Os blocos foram representados por gaiolas retangulares de dimensões de 80 x 35 x 35 cm, com estrutura confeccionada em madeira e revestida por tecido *voil*, modelo IPEF (WILCKEN et al., 2010).

Antes do acondicionamento das mudas nas gaiolas, estas passaram por análise do teor foliar de clorofila total, empregando-se o equipamento clorofilômetro modelo *ClorofiLOG*, da marca *Falker* (Figura 2). Em cada vegetal, selecionou-se uma folha completamente expandida posicionada em seu terço médio. No limbo foliar, foram tomados três valores de teor de clorofila total. Em seguida, calculou-se a média das três amostras tomadas por planta, considerando-a como o teor de clorofila total da muda. As folhas nas quais se aferiram os teores, foram identificadas para fossem reavaliadas após a execução do experimento.

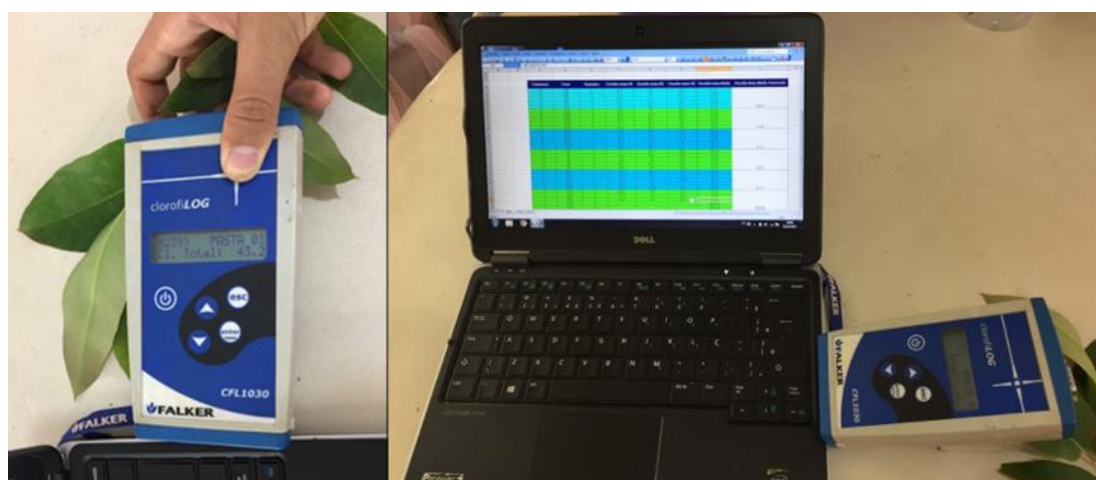


Figura 2: Procedimento de medição dos teores de clorofila total, por meio do clorofilômetro ClorofiLOG *Falker*.

Figure 2: Total chlorophyll content measurement by ClorofiLOG *Falker* chlorophyllometer.

Fêmeas de *T. peregrinus* apresentam preferência por ovipositar em imperfeições da superfície foliar, próximo à nervura central, ou ainda nos pecíolos (BARBOSA et al., 2012). Desta forma, adaptando-se a metodologia de criação de *T. peregrinus* e seu parasitoide *C. noackae*, desenvolvida por Barbosa et al. (2017), foram aderidas três tiras de papel toalha com

dimensões de 2x2cm, em três folhas totalmente expandidas, por vegetal. As tiras foram fixadas na parte abaxial das folhas, com o auxílio de uma fita dupla face, objetivando-se favorecer a colocação de posturas e facilitar a contagem das mesmas (Figura 3).



Figura 3: Posicionamento das tiras de papel filtro, fixadas na face abaxial de folhas das mudas submetidas ao ataque de *Thaumastocoris peregrinus*, nos testes com livre chance de escolha.

Figure 3: Placement of filter paper strips, fixed to the abaxial face of leaves of *Thaumastocoris peregrinus* attacked seedlings, in free choice tests.

Para acomodação das mudas no interior das gaiolas, utilizaram-se grades plásticas, com células apropriadas para o posicionamento dos tubetes. As grades foram envolvidas por papel filme, na intenção de se evitar com que os insetos caíssem na bandeja plástica posicionada no fundo das gaiolas, contendo água para hidratação dos vegetais.

Setecentos indivíduos adultos de *T. peregrinus* foram liberados, simultaneamente, ao centro de cada gaiola. Desta forma, os insetos direcionaram-se, por instinto, às mudas dos diferentes materiais genéticos (Figura 4).

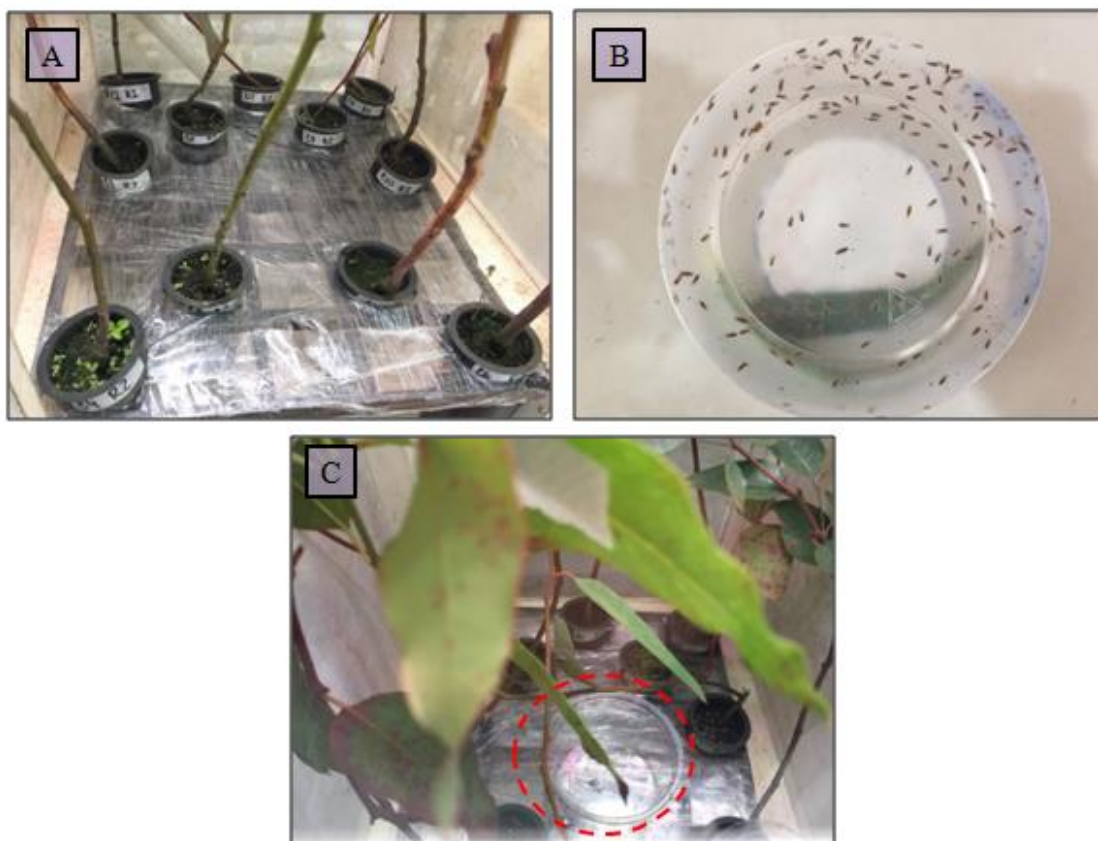


Figura 4: Posicionamento das mudas na gaiola (A), indivíduos adultos de *T. peregrinus* utilizados em uma repetição dos ensaios (B) e liberação dos insetos ao centro de uma gaiola (C).

Figure 4: Seedlings position in the cage (A), *T. peregrinus* adult bugs used in a repetition of the tests (B) and liberation of the insects to the center of a cage (C).

2.4 Atratividade com livre chance de escolha

Para o teste de atratividade com livre chance de escolha, foram realizadas avaliações 12, 24, 36, 48, 72, 96 e 120 horas após a liberação dos insetos nas gaiolas. Em cada momento, foi contabilizado o número de insetos presentes nas mudas dos genótipos desafiados. De maneira a facilitar a contagem dos adultos posicionados na face abaxial das folhas, utilizou-se um espelho (Figura 4). Desta forma, o contato direto com os vegetais foi evitado, mitigando-se a influência da movimentação no interior da gaiola sobre o posicionamento dos indivíduos de *T. peregrinus*.



Figura 5: Contagem de insetos com auxílio de espelho, para avaliação dos índices de atratividades dos materiais genéticos a *Thaumastocoris peregrinus*.

Figure 5: Insect count with a mirror, for *Thaumastocoris peregrinus* attractiveness indexes evaluation, for each genetic material.

Por meio da utilização da média de todas as avaliações, para cada clone, calculou-se o índice de atratividade (IA), dado pela seguinte fórmula, adaptada do método desenvolvido por Lin et al. (1990):

$$IA = \frac{2T}{(T + P)}$$

Em que:

IA: índice de atratividade;

T: número de insetos atraídos pelo genótipo avaliado;

P: número de insetos atraídos pelo genótipo padrão susceptível.

Subtende-se uma variação do IA entre os valores de 0 e 2, de forma com que IA - 1 indica preferência semelhante entre o genótipo avaliado e o padrão (neutro); IA < 1 refere-se à menor atração do genótipo avaliado (deterrente para alimentação); e, IA > 1 indica maior atração (estimulante para alimentação).

2.5 Atividade alimentar

A determinação da quantidade de *honeydew*, solução açucarada excretada por *T. peregrinus*, pode apresentar uma medida indireta da atividade alimentar do inseto (BARBOSA et al., 2012). Desta forma, 120 horas após a instalação do experimento, procedeu-se com a contagem do número de gotículas de excremento dispostas sobre as faces adaxial e abaxial de três folhas completamente expandidas, posicionadas no terço médio de cada muda ofertada aos insetos. Para análise, considerou-se a soma total da contagem de gotículas nas três folhas. Em alguns casos, para facilitação da contagem das gotículas, utilizou-se microscópio estereoscópico (Figura 5).

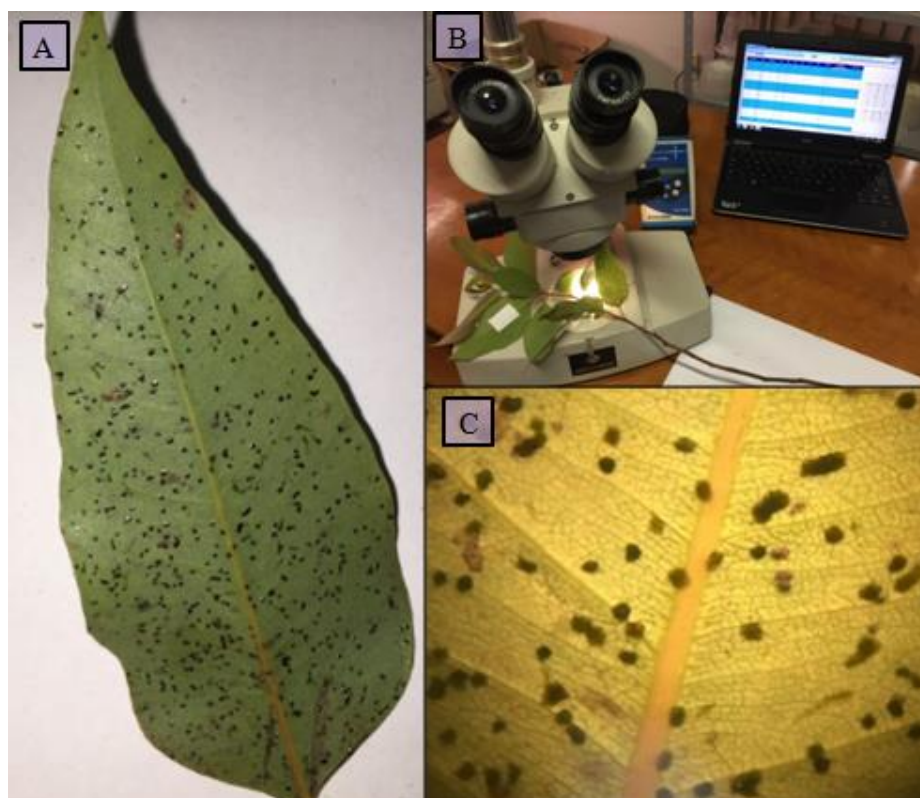


Figura 6: Folha de eucalipto com gotículas de excrementos (*honeydew*) (A), contagem das gotículas com microscópio estereoscópico (B e C).

Figure 6: Eucalyptus leaf with droplets of excrement (*honeydew*) (A), droplet counting with stereoscopic microscope (B and C).

2.6 Preferência para oviposição

Cento e vinte horas após a instalação do teste, procedeu-se com a inspeção de todas as mudas utilizadas, para identificação das posturas realizadas. Por meio do microscópio estereoscópico, avaliadas não só as tiras de papel fixadas em cada vegetal, mas também as folhas, pecíolos e caule (Figura 6). Optou-se por este método de avaliação, em razão do baixo número de posturas realizadas.

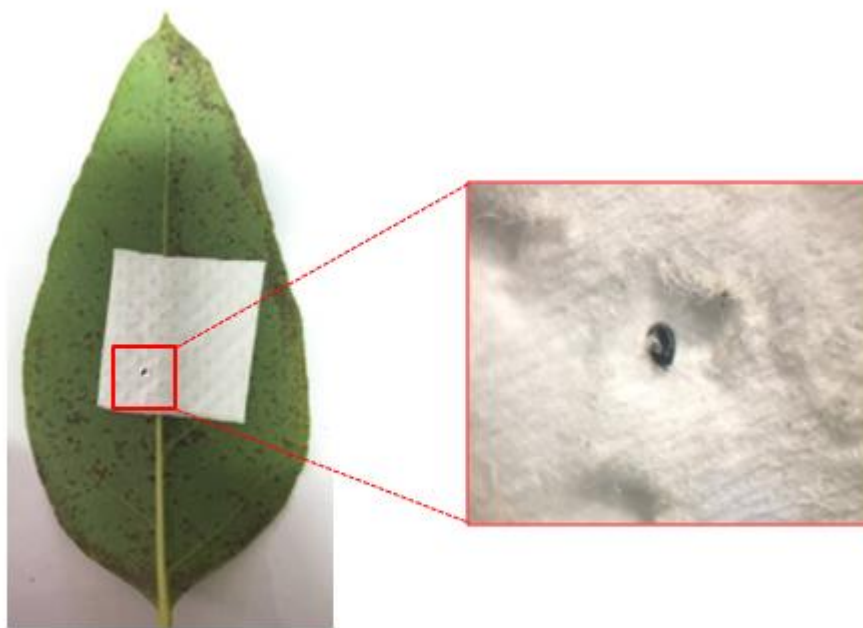


Figura 7: Postura de *Thaumastocoris peregrinus* posicionada sobre tira de papel fixada na face abaxial de folha de eucalipto.

Figure 7: Posture of *Thaumastocoris peregrinus* positioned on strip of paper fixed on the abaxial face of eucalyptus leaf

2.7 Variação do teor de clorofila total

Cinco dias após a oferta das mudas aos adultos de *T. peregrinus*, realizou-se a avaliação do teor de clorofila total das mudas, com o equipamento clorofilômetro previamente utilizado. Nas mesmas folhas analisadas e identificadas anteriormente, foram tomadas três amostras para obtenção do teor de clorofila médio de cada vegetal.

A variação do teor de clorofila total foi calculada pela diferença entre o valor médio obtido anteriormente ao teste e o obtido posteriormente.

2.8 Análises estatísticas

Os dados obtidos passaram por análise de variância pelo teste F e foram comparados por meio do teste de Tukey ($p < 0,05$). Em decorrência da ausência de homogeneidade das variâncias observadas, detectada pelo teste de Bartlett, transformaram-se os dados. Para todos os parâmetros avaliados, empregou-se a transformação do tipo \sqrt{x} . Este tipo de transformação é amplamente empregada em casos em que são avaliados dados provenientes de contagem, como por exemplo, número de insetos, número de posturas, dentre outros.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software R versão 3.3.0 (R CORE TEAM, 2015), com o auxílio do pacote ExpDes.pt (FERREIRA et al., 2013).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Atratividade com livre chance de escolha

A análise dos dados de atratividade com livre chance de escolha ao longo do tempo permitiu detectar diferença significativa entre os tratamentos, já após as primeiras 12 horas de experimento (Tabela 2). Neste momento, dois clones desafiados, C3 (89,3) e C2 (84,2), apresentaram atratividade à *T. peregrinus* superior à encontrada para o clone padrão susceptível C12 (67,6). Os dois materiais se diferiram dos clones C9 (27,6), C7 (24,4), C1 (22,6), C11 (10,6) e C6 (10). Os clones C4, C5, C8 e C10 apresentaram valores intermediários.

Vinte e quatro horas após a liberação dos insetos nas gaiolas, C3 (104,4) se manteve mais atrativo, diferindo-se principalmente dos clones C11 (8,8) e C6 (8,2), que obtiveram as menores médias nesta etapa do experimento. A partir deste momento, C2 (61,6) passou a apresentar menor atratividade que C12 (94,2).

Com 36 horas de ensaio, o clone padrão susceptível C12 (112,13) apresentou-se mais atrativo. Todavia, os valores obtidos para este material foram estatisticamente iguais aos obtidos

para C3 (111,6), C4 (82,2) e C2 (67,2). Os genótipos C6 (9,2) e C11 (8,0) destacaram-se com as menores médias de adultos atraídos. Às 48 horas de ensaio, os padrões de atratividade foram similares aos encontrados às 36 horas.

Com 72 horas de ensaio, o clone C3 (95,4), passou novamente a ser mais atrativo em relação ao clone susceptível C12 (92,2), característica que também foi detectada às 96 e 120 horas. Nos três últimos momentos de avaliação desta etapa do ensaio, C3 e C12 foram os clones mais atrativos e C6 e C11 foram os menos atrativos. Ao final das avaliações, às 120 horas após o início do ensaio, C3 (77,4) apresentou a maior média de atratividade, a qual se diferenciou estatisticamente das atratividades apresentadas por C9 (22,4), C1(16,6), C6 (8,8) e C11 (5,6).

Por meio de análise geral dos dados obtidos, constata-se que, além do padrão susceptível C12 (híbrido espontâneo de *E. urophylla*), os clones C2 (*E. urophylla* x *E. pellita*), C3 (*E. camaldulensis* x *E. grandis* x *E. urophylla*) e C4 (*E. grandis* x *E. pellita*) apresentaram elevada atratividade a *T. peregrinus* em todos os momentos de avaliação. Isto pode indicar alta tendência de susceptibilidade à praga. Por outro lado, os materiais C11 (*E. cloeziana*), C6 (*E. urophylla* x *E. pellita*) e C1 (híbrido espontâneo de *E. urophylla*) apresentaram baixa atratividade aos insetos.

O fato de clones com cruzamentos de mesmas espécies estarem em grupos com tendência à tolerância e à susceptibilidade ao percevejo bronzeado, reitera a importância das análises de resistência à praga serem refinadas e direcionadas para as peculiaridades dos programas de manejo e melhoramento florestal.

O cálculo e a análise dos índices de atratividade (IA) para os clones desafiados permitiram caracterizar o genótipo C3 como estimulante à alimentação de *T. peregrinus* (Figura 7). O índice de atratividade obtido para o material, de 1,03, indica que o clone apresenta elevada potencialidade à susceptibilidade ao ataque de percevejo bronzeado. Os demais materiais desafiados foram caracterizados como deterrentes a *T. peregrinus*. Os clones C1, C6 e C11 apresentaram os menores valores de IA, sumarizando os resultados apresentados para estes materiais, na Tabela 2.

Tabela 2 – Número médio \pm Erro Padrão da Média (EP) de indivíduos de *T. peregrinus* atraídos por mudas de diferentes genótipos de eucalipto, nas distintas horas após a liberação (hAL), em teste com livre chance de escolha.

Table 2 – Mean number \pm standard error of identification of *T. peregrinus* attracted by seedlings of different eucalyptus genotypes, at different hours after a release (hAL), in a free choice test.

Genótipos	12 hAL ¹	Genótipos	24hAL ¹	Genótipos	36hAL ¹
Clone C3	89,4 \pm 11,17 a	Clone C3	104,4 \pm 26,97 a	Clone C12*	112 \pm 13,89 a
Clone C2	84,2 \pm 18,14 a	Clone C12*	94,2 \pm 13,59 ab	Clone C3	111,6 \pm 28,63 a
Clone C12*	67,6 \pm 13,67 ab	Clone C4	78,4 \pm 13,09 abc	Clone C4	82,0 \pm 28,86 ab
Clone C4	63,8 \pm 10,14 ab	Clone C2	61,6 \pm 29,83 abc	Clone C2	67,2 \pm 14,39 ab
Clone C8	50 \pm 5,06 abc	Clone C8	54,4 \pm 11,33 abcd	Clone C8	59,2 \pm 9,5 bc
Clone C10	37,6 \pm 10,83 abc	Clone C10	44,8 \pm 11,55 bcd	Clone C10	45,8 \pm 9,78 bc
Clone C9	27,6 \pm 4,65 bc	Clone C7	39,6 \pm 4,28 cd	Clone C7	40 \pm 4,63 bc
Clone C7	24,4 \pm 5,82 bc	Clone C1	27,4 \pm 9,99 cd	Clone C1	32 \pm 10,86 bc
Clone C1	22,6 \pm 3,36 bc	Clone C9	26,2 \pm 5,62 cd	Clone C9	30,6 \pm 4,63 bc
Clone C11	10,6 \pm 2,62 c	Clone C11	8,8 \pm 2,31 d	Clone C6	9,2 \pm 1,82 c
Clone C6	10 \pm 2,02 c	Clone C6	8,2 \pm 1,62 d	Clone C11	8,0 \pm 1,5 c
CV (%)	42,61	CV (%)	51,75	CV (%)	46,33

Genótipos	48hAL ¹	Genótipos	72hALAL ¹	Genótipos	96hAL ¹
Clone C12*	106,6 \pm 6,95 a	Clone C3	95,4 \pm 17,44 a	Clone C3	87,4 \pm 15,82 a
Clone C3	96,6 \pm 13,72 ab	Clone C12*	92,2 \pm 3,98 ab	Clone C12*	83,2 \pm 5,23 ab
Clone C4	73,6 \pm 23,95 abc	Clone C4	64,2 \pm 19,48 abc	Clone C4	55 \pm 16,57 abc
Clone C2	59,8 \pm 12,45 abcd	Clone C2	55,6 \pm 11,34 abcd	Clone C8	49,4 \pm 7,83 abc
Clone C8	57,2 \pm 7,50 abcde	Clone C8	54 \pm 8,41 abcd	Clone C2	48,4 \pm 11,08 abc
Clone C10	47,6 \pm 7,93 bcde	Clone C10	40,6 \pm 5,78 bcd	Clone C10	36 \pm 5,68 abc
Clone C7	40,2 \pm 9,52 cde	Clone C7	35,4 \pm 10,48 cd	Clone C7	33,4 \pm 9,00 bc
Clone C1	35,6 \pm 4,34 cde	Clone C9	30 \pm 2,38 cd	Clone C9	25,6 \pm 3,98 c
Clone C9	31,8 \pm 4,35 cde	Clone C1	29,6 \pm 4,64 cd	Clone C1	23 \pm 1,92 c
Clone C6	8,4 \pm 2,16 de	Clone C6	9,4 \pm 1,66 d	Clone C6	8,6 \pm 1,12 c
Clone C11	7 \pm 1,41 e	Clone C11	5 \pm 0,71 d	Clone C11	5,4 \pm 1,36 c
CV (%)	40,51	CV (%)	38,38	CV (%)	40,30

Genótipos	120hAL ¹
Clone C3	77,4 \pm 11,37 a
Clone C12*	74 \pm 6,35 ab
Clone C4	51,2 \pm 17,58 abc
Clone C8	46,6 \pm 8,54 abc
Clone C2	38,8 \pm 10,92 abc
Clone C10	32,8 \pm 5,34 abc
Clone C7	32,4 \pm 10,55 abc
Clone C9	22,4 \pm 4,60 bc
Clone C1	16,6 \pm 1,96 c
Clone C6	8,8 \pm 1,53 c
Clone C11	5,6 \pm 1,03 c
CV (%)	44,94

* Clone padrão susceptível.

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferenciam entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Dados originais. Para análises estatísticas, os dados foram transformados em \sqrt{x} .

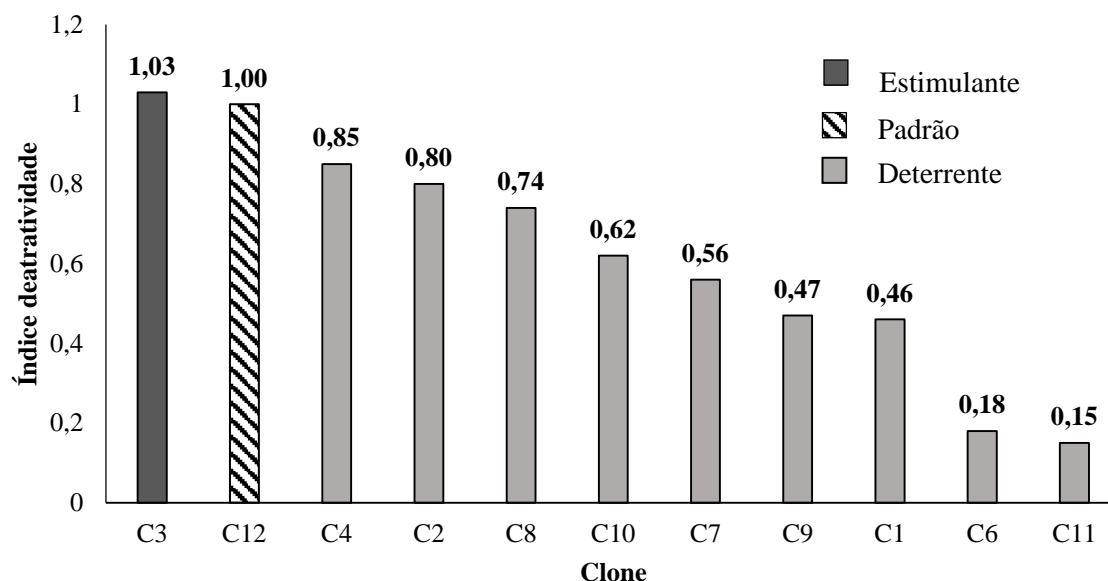


Figura 8: Índices de atratividade (IA) dos 11 materiais avaliados para adultos de *Thaumastocoris peregrinus*, em teste com livre chance de escolha.

Figure 8: Attractiveness index of the 11 materials evaluated for *Thaumastocoris peregrinus* adults, in a free choice test.

3.2 Atividade alimentar

Alterações nas taxas de excreção podem relacionar-se com diferenças na ingestão de alimentos de insetos sugadores (BARBOSA et al., 2012). Ao passo que *T. peregrinus* tem elevada alimentação em plantas susceptíveis e baixa alimentação em plantas resistentes, considera-se que a contagem de *honeydew* excretado por *T. peregrinus* sobre a superfície foliar dos diversos materiais genéticos testados, permite consolidar os conhecimentos a respeito da resistência destes genótipos à praga (AVILA, 2016).

As análises realizadas neste experimento permitiram identificar diferenças significativas entre as taxas de atividade alimentar, nos diversos genótipos testados. A maior atividade alimentar de *T. peregrinus* se deu nos clones C12 e C3, não distinguindo estatisticamente entre si (Figura 8). Este resultado está alinhado ao alcançado nos testes de atratividade com livre chance de escolha, que indicaram o clone C3 com estimulante à alimentação dos adultos de percevejo bronzeado.

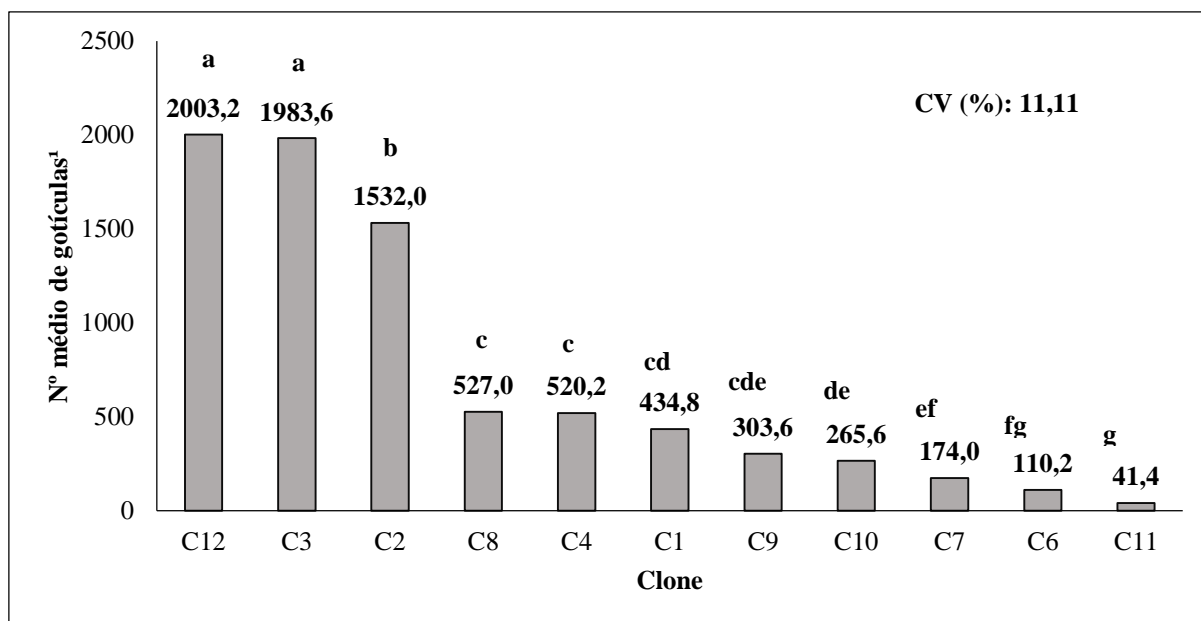


Figura 9: Número médio de gotículas de excremento (*honeydew*) para os 11 clones testados para a atividade alimentar de adultos de *T. peregrinus*, em teste com livre chance de escolha.

Figure 9: Mean number of excrement droplets (*honeydew*) for the 11 clones tested by attractiveness of *T. peregrinus* adults, in a free choice test.

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferenciam entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Dados originais. Para análises estatísticas, os dados foram transformados em \sqrt{x} .

Diversos trabalhos apontam as preferências alimentares de *T. peregrinus* por diferentes espécies de eucalipto. Wilcken et al. (2010) classificaram *E. camaldulensis* como espécie com alta incidência de pragas, incluindo o percevejo bronzeado. Esta espécie de inseto também apresenta preferência pela alimentação de *E. viminalis*, *E. tereticornis*, *E. dunnii* e *E. grandis* (SANTADINO et al., 2017). Estes autores relacionaram ainda, a preferência alimentar de *T. peregrinus* a diferentes espécies de eucalipto ao perfil de terpenos presentes em seus óleos essenciais. A preferência alimentar foi caracterizada pela contagem de gotículas de excrementos presentes nas folhas. Classificou-se *E. grandis* como altamente preferente para a fitofagia de *T. peregrinus* e, em paralelo, detectaram-se elevadas concentrações do terpeno 1,8-cineol em suas folhas. Esta substância foi caracterizada como estimulante à alimentação da praga. Tal informação corrobora como o resultado obtido no presente trabalho, uma vez que adultos de percevejo bronzeado foram estimulados a se alimentarem do clone C3, híbrido de *E. camaldulensis*, *E. grandis* e *E. urophylla*.

A realização de cruzamentos de diferentes espécies de eucalipto é uma prática comum, na busca por características fenotípicas desejadas para plantios clonais. Todavia, esta

estratégia de melhoramento genético pode acarretar efeitos negativos, como apontado por Jacobs e Naser (2005). Na África do Sul, estes autores caracterizaram árvores adultas de *E. grandis* x *E. camaldulensis* como pálidas quando infestadas por percevejo bronzeado. Enquanto isso, árvores puras de *E. grandis*, mesmo quando intensamente infestadas pela praga, apresentam leves sinais de danos. Árvores desta espécie quando levemente infestadas, podem mostrar pouco ou nenhum sinal de dano. Estes resultados sublinham a importância de selecionar não só as espécies corretas, mas também os seus híbridos, para o plantio em áreas infestadas por *T. peregrinus*.

3.3 Preferência por oviposição

Segundo a teoria da oviposição ótima, fêmeas de insetos devem optar por ovipositar em plantas hospedeiras que maximizem a aptidão de sua prole, resultando em uma correlação positiva entre a preferência do local de oviposição e o desempenho dos seus descendentes (JAENIKE, 1978). O forrageamento ótimo e a oviposição ideal são duas forças principais que levam à seleção de plantas por fêmeas de insetos (MARTÍNEZ, et al., 2017). Por isso, objetivou-se estudar a contribuição dessas forças para o processo de seleção de hospedeiros, por parte dos adultos de *T. peregrinus*.

Neste trabalho, a preferência por oviposição das fêmeas de percevejo bronzeado foi avaliada. Todavia, não foram alcançados resultados concludentes, em função do baixo número de posturas realizadas (Tabela 3). Considera-se que melhorias nos métodos experimentais empregados devem ser realizadas, na busca pelo conhecimento deste parâmetro.

Tabela 3 – Número médio de posturas de *T. peregrinus* \pm Erro Padrão da Média (EP), colocadas nas mudas dos diferentes materiais genéticos testados, em um teste com livre chance de escolha.
Table 3 – Mean number of postures of *T. peregrinus* \pm Standard Error (PE), placed in the seedlings of the different genetic materials tested, in a free choice test.

Genótipo	Nº médio de posturas por muda
Clone C1	1,0 \pm 1,00
Clone C2	0,2 \pm 0,20
Clone C3	0,2 \pm 0,20
Clone C4	0,6 \pm 0,24
Clone C6	0,0 \pm 0,00
Clone C7	0,4 \pm 0,40
Clone C8	0,6 \pm 0,60
Clone C9	1,2 \pm 0,97
Clone C10	0,0 \pm 0,00
Clone C11	0,0 \pm 0,00
Clone C12	0,4 \pm 0,25

3.4 Variação no teor de clorofila total

A ação de insetos fitófagos pode levar a perda de clorofila, que é um grupo de pigmentos fotossintéticos responsável pela coloração verde das plantas e fundamental para processo da fotossíntese. Desta forma, este tipo de ataque de pragas apresenta elevado potencial de redução do crescimento e desenvolvimento de plantas, uma vez que a eficiência fotossintética dos vegetais é afetada (KRAUSE & WEIS, 1991; BALACHANDRAN et al., 1997).

Analisando-se os dados dos teores de clorofila total mensurados anteriormente e posteriormente à submissão das mudas ao ataque de adultos de *T. peregrinus*, detectou-se o decréscimo deste teor após os cinco dias de experimento para todos os materiais genéticos desafiados, havendo diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 4). **O clone padrão susceptível C12 apresentou maior decréscimo (2,93%). Este se igualou estatisticamente aos índices obtidos para C2 (2,77%), C3 (2,35%), C1 (1,86%), C7 (1,40%) C4 (1,39%) e C10 (1,23%).** Os materiais genéticos nos quais os adultos de percevejo bronzeado tiveram maior atividade alimentar foram os materiais com maior decréscimo percentual de clorofila total. Este fato se relaciona ao aspecto do dano causado por *T. peregrinus* em eucalipto,

caracterizado pela clorose acentuada das folhas atacadas, a partir de níveis médios de infestação para grande parte das espécies de *Eucalyptus* susceptíveis à praga.

A herbivoria de insetos desencadeia um conjunto complexo e interativo de respostas moleculares e fisiológicas em plantas, incluindo efeitos sobre a fotossíntese e os diferentes mecanismos subjacentes, em decorrência das características das injúrias provocadas pela alimentação e dos mecanismos de defesa apresentados pela planta, quando submetida ao ataque do inseto (NABITY et al, 2009). Os danos causados por insetos sugadores, tal qual *T. peregrinus*, ao eucalipto, são caracterizados tanto pelo decréscimo da área fotossinteticamente ativa, quanto pela descoloração das folhas (CARNE & TAYLOR, 1984), que pode se relacionar ao decréscimo dos teores de clorofila.

Tabela 4 – Teores médios de clorofila total em folhas de eucalipto previamente (T₁) e posteriormente (T₂) ao ataque de adultos de *T. peregrinus*, seguidos da variação média ocorrida (%) ± erro padrão (EP).

Table 4 – Mean values of total chlorophyll in eucalypt leaves before and after the attack of *T. peregrinus* adults, followed by mean variation (%) ± standard error.

Genótipo	Teor Médio T ₁	Teor Médio T ₂	Variação Média (%)
C12*	39,21	36,28	7,46±1,04 a
C2	45,77	43,01	6,04±0,59 a
C3	44,57	42,22	5,27±0,34 a
C7	38,35	36,95	3,65±0,86 ab
C4	39,39	38,00	3,54±0,48 ab
C10	39,50	38,27	3,12±0,68 abc
C1	35,27	34,23	2,93±0,94 abc
C8	39,11	38,65	1,19±0,15 bcd
C9	37,99	37,63	0,93±0,21 bcd
C6	39,81	39,59	0,55±0,09 cd
C11	41,83	41,72	0,25±0,11 d

* Clone padrão susceptível.

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferenciam entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Dados originais. Para análises estatísticas, os dados foram transformados em \sqrt{x} .

Similarmente aos resultados obtidos no presente trabalho, Huang et al. (2013) registraram decréscimos no teor relativo de clorofila em plantas de tomate submetidas ao ataque de *Phenacoccus soleopsis*. Da mesma forma, fabáceas submetidas a um elevado nível de infestação de *Acyrtosiphon pisum* também apresentaram diminuição dos níveis de clorofila foliar mensurados (GOLAWSKA et al.,2011).

Ao avaliar diversas variáveis ecofisiológicas associadas ao ataque do percevejo bronzeado a mudas de eucalipto, Almeida (2014) detectou decréscimos significativos nos valores

observados para o teor de clorofila presente em folhas atacadas por *T. peregrinus*, quando comparadas a folhas protegidas que não sofreram danificação.

Em decorrência da elevada influência do ataque de insetos sugadores sobre os teores de clorofila foliar, a análise deste parâmetro torna-se uma ferramenta chave para a investigação da resposta de plantas às lesões provocadas pelo hábito alimentar das pragas (BONFOUR et al., 2002; NI et al, 2009).

Considera-se que, para o refinamento das análises das respostas ecofisiológicas de plantas de eucalipto ao ataque de adultos de *T. peregrinus*, outras variáveis podem ser avaliadas e abordadas. Como exemplo, Almeida (2014) estudou variáveis da fluorescência da clorofila *a* e da reflectância de radiação eletromagnética na região do infravermelho próximo, para caracterização das alterações fisiológicas induzidas pelo dano do percevejo bronzeado.

4 CONCLUSÕES

Em teste com livre chance de escolha em laboratório, os clones C1, C11 e C6, apresentam menor atratividade aos adultos de *T. peregrinus*;

Em teste com livre chance de escolha em laboratório, adultos de *T. peregrinus* apresentaram menor atividade alimentar nos clones C6 e C11;

Em teste com livre chance de escolha em laboratório, os clones C8, C9, C6 e C11, tiveram menor variação do teor foliar de clorofila total, após 120h de ataque de adultos de *T. peregrinus*;

O clone C3 apresentou características estimulantes à alimentação de *T. peregrinus*;

Com base em todas as análises realizadas, consideram-se os clones C3 e C12 susceptíveis a *T. peregrinus*. C1, C2, C4, C7, C8, C9, C10, são considerados moderadamente resistentes, C6 e C11 são considerados resistentes à praga.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida KEC. *Thaumastocoris peregrinus*: avaliações ecofisiológica e espectrais e controle biológico. 84 f. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.
- Avila RC. Resistência clonal à *Thaumastocoris peregrinus* e caracterização química por CG/EM de óleo essencial de eucalipto. 112f. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.
- Balachandran S, Hull RJ, Martins RA, Vaadia Y, Lucas WJ. Influence of environmental stress on biomass partitioning in transgenic tobacco plants expressing the movement protein of tobacco mosaic virus. *Plant Physiology* 1997, 114(2): 475-481.
- Barbosa LR, Santos F, Machado BO, Wilcken CF, Soliman EP, Aché B. Percevejo bronzeado do eucalipto: reconhecimento, danos e direcionamentos para o controle. *Embrapa Florestas*. 2012. 27p.
- Barbosa LR, Rogrigues AP, Nichele LA, Souza AR, Becchi LK, Wilcken CF. *Orientações para a criação massal e liberação em campo de Cleruchoides noackae para controle biológico do percevejo bronzeado o eucalipto*. 2017. Available from: <http://www.embrapa.br/florestas/publicacoes>.
- Barbosa LR, Santos F, Wilcken CF, Soliman EP. Registro de *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae) no estado do Paraná. *Pesquisa Florestal Brasileira*. 2010, 30(61): 75-77.
- Battaglia M, Pinkard EA, Sands PJ, Bruce JL, Quentin A. Modelling the impact of defoliation and leaf damage on forest plantation function and production. *Ecological Modelling*. 2011, 222(17): 114-120.
- Bounfour M, Tanigoshi LK, Chen C, Cameron SJ, Klauer S. Chlorophyll content and chlorophyll fluorescence in red raspberry leaves infested with *Tetranychus urticae* and *Eotetranychus carpini borealis* (Acari: Tetranychidae). *Environmental Entomology*. 2002, 31(2): 215-220.
- Button G. *Thaumastocoris peregrinus*. *NCT forestry co-operative limited news and Views*. 2007, 63(1): 92-96.
- Carne PB, Taylor KL. Insects pests. In: Hillis, W. E., Brown, A. G. *Eucalyptus for wood production*. 1984, CSIRO Academic Press. p.155-168.
- Dias TKR, Wilcken CF, Soliman EE, Barbosa LR, Serrão JE, Zanuncio JC. Predation of *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae) by *Atopozelus opsimus* (Hemiptera: Reduviidae) in Brazil. *Invertebrate Survival Journal*. 2015, 11(1): 224-227.
- Ferreira EB, Cavalcanti PP, Nogueira DA. ExpDes.pt: Experimental Designs package (Portuguese). R package version 1.1.2. 2013.

- Ferreira, MS. Seleção de genótipos e análise da expressão Gênica diferencial induzida por *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae) em *Eucalyptus* spp. 45f. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina-MG.
- Goławska S, Krzyżanowski R, Łukasik I. Relationship between aphid infestation and chlorophyll content in fabaceae species. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*. 2011, 52(2): 76-80.
- Huang J, Zhang PJ, Zhang J, Lu YB, Huang F, Li MJ. Chlorophyll Content and Chlorophyll Fluorescence in Tomato Leaves Infested With an Invasive Mealybug, *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Environmental Entomology*. 2013, 42(5): 973-979.
- IBÁ. Relatório 2017 Indústria Brasileira de Árvores. Available from: http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf . 2017.
- Jacobs DH, Naser S. *Thaumastocoris australicus* Kirkaldy (Heteroptera: Thaumastocoridae): a new insect arrival in South Africa, damaging to Eucalyptus trees: research in action. *South African Journal of Science*. 2005, 101(5): 233-236.
- Jacquet JS, Bosc A, O'Grady A, Jactel H. Combined effects of defoliation and water stress on pine growth and non-structural carbohydrates. *Tree Physiology*. 2014, 34(4).
- Jaenke, J. On optimal oviposition behavior in phytophagous insects. *Theoretical Population Biology*. 1978, 4(3): 350-356.
- Jesus FG, Nogueira L, Boiça Júnior AL, Ribeiro ZA, Araújo MS, Zanuncio, JC. Resistance of *Eucalyptus* spp. Genotypes to eucalyptus Brown looper *Thyrineina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae). *Australian Journal of Crop Science*. 2015, 9(3): 1016-1021.
- Junqueira LR. Quantificação de danos causados por *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae) em eucalipto. 86f. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu-SP.
- Krause H, Weis E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: The Basics. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. 1991, 42(2): 313-349.
- Lin H, Kogan M, Fischer, D. Induced resistance in soybean to the mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae): comparisons of inducing factors. *Environmental Entomology*. 1990, 9(6): 1852-1857.
- Machado DN, Costa EC, Garlet J, Boscardin J, Pedron L, Perini CR, Bolzan, L. Avaliação de Inseticidas no Controle de *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae) Percevejo-bronzeado em Condições de Laboratório. *Floresta e Ambiente*. 2016, 23(2): 24-30.
- Martinez G, Finozzi MV, Cantero G, Soler R, Dicke M, González A. Oviposition preference but not adult feeding preference matches with offspring performance in the bronze bug *Thaumastocoris peregrinus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 2017, 163(1):101-111.

- Nabity D, Zavala JA, Delucia EH. Indirect suppression of photosynthesis on individual leaves by arthropod herbivory. *Annals of Botany*. 2009, 103(2): 655-663.
- Ni, XSS, Quisenberry J, Markwell T, Heng-Moss L, Higley F, Baxendale G, Sarat H, Klucas R. In vitro enzymatic chlorophyll catabolism in wheat elicited by cereal aphid feeding. *Entomologia experimentalis et applicata*. 2001, 101(1): 159-166.
- Noack AE, Kaapro J, Bartimote-Aufflick K, Mansfield S, Rose H. Efficacy of Imidacloprid in the Control of *Thaumastocoris peregrinus* on *Eucalyptus scoparia* in Sydney, Australia. *Arboriculture & Urban Forestry*. 2009, 35(4): 192-196.
- Pereira JM, Melo AC, Fernandes M, Soliman E. Ocorrência de *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae) no Estado do Goiás. *Ciência Rural*. 2013, 43(2): 254-257.
- Pizzi MB. Perdas de produtividade de 12 clones de eucalipto submetidos a desfolhas artificiais sucessivas. 69f. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”.
- Santadino MV, Duhour A, Lucia A, Coviella C. Feeding preference of *Thaumastocoris peregrinus* on several Eucalyptus species and the relationship with the profile of terpenes in their essential oils. *Phytoparasitica*. 2017, 45(3): 395-406.
- Savaris M, Lampert S, Pereira, RVS, Salvadori JR. Primeiro registro de *Thaumastocoris peregrinus* para o estado de Santa Catarina, e novas áreas de ocorrência para o Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciência Rural*. 2011, 41(11): 1874-1876.
- Smaniotto, M.A., Silva, A., Cunha, U.S., Garcia, M.S. Biologia de *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero e Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae) em dez espécies de eucalipto. *Ciência Florestal*. 2017, 27(2): 679-685.
- Souza GK, Pikart TG, Pikart FC, Serrão JE, Wilcken CF, Zanuncio JC. First record of a native heteropteran preying on the introduced eucalyptus pest, *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae), in Brazil. *Florida Entomologist*. 2012, 95(1): 517-520.
- Wilcken CF, Barbosa LR, Soliman EP, Lima ACV, De Sá LAN, Lawson SA. Percevejo-bronzeado-do-eucalipto, *Thaumastocoris peregrinus* Carpinteiro & Dellapé. In: VILELA, E.F., ZUCCHI, R.A. Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros. 2015. Fealq: 898-908.
- Wilcken CF, Barbosa LR, Velozo, S.M. Becchi L.K. Junqueira L.R. De Sá L.A.N. Zanuncio J.C. Biological Control of *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae) in *Eucalyptus* Plantations in Brazil: An Update. *Proceedings of the 5th International Symposium on Biologic Control of Arthropods*. 2017.:105-107.
- Wilcken CF, Soliman EP, Nogueira De Sá LA, Barbosa LR, Dias, TKR Ferreira-Filho J, Oliveira RJR. Bronze bug *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero and Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae) on Eucalyptus in Brazil and its distribution. *Journal of Plant Protection Research*. 2010, 50(2): 201-205.

Wingfield MJ. Increasing threat of diseases to exotic plantation forests in the southern hemisphere: lessons from *Cryphonectria canker*. *Australasian Plant Pathology*. 2003, 32(3): 133-139.

Zanuncio, JC. Manual de Pragas em Florestas. Lepidoptera Desfolhadores de Eucalipto: biologia, ecologia e controle. *IPEF/SIF* 1993. p.140

Zanuncio JC, Oliveira HG, Marinho JS, Oliveira CL. Aspectos biológicos de *Thyrinteina arnobia* (Lep.: Geometridae) provenientes de lagartas criadas em folhas de *Eucalyptus cloesiana* ou de *Psidium guajava* sob condições de campo. *Revista Árvore*. 2003, 27(1): 897-901.

CONCLUSÃO GERAL

- O clone C1 apresentou-se resistente ao ataque de *T. arnobia* e *T. peregrinus*;
- O clone C2 apresentou-se moderadamente resistente ao ataque de *T. arnobia* e *T. peregrinus*;
- O clone C3 apresentou-se moderadamente resistente ao ataque de *T. arnobia* e susceptível ao ataque de *T. peregrinus*;
- O clone C4 apresentou-se resistente ao ataque de *T. arnobia* e moderadamente resistente ao ataque de *T. peregrinus*;
- O clone C5 apresentou-se altamente tolerante ao ataque de *T. arnobia*;
- O clone C6 apresentou-se resistente ao ataque de *T. arnobia* e *T. peregrinus*;
- O clone C7 apresentou-se resistente ao ataque de *T. arnobia* e *T. peregrinus*;
- O clone C8 apresentou-se tolerante ao ataque de *T. arnobia* e moderadamente resistente ao ataque de *T. peregrinus*;
- O clone C9 apresentou-se tolerante ao ataque de *T. arnobia* e moderadamente resistente ao ataque de *T. peregrinus*;
- O clone C10 apresentou-se tolerante ao ataque de *T. arnobia* e *T. peregrinus*;
- O clone C11 apresentou-se resistente ao ataque de *T. peregrinus*.

ANEXOS

Anexo 1

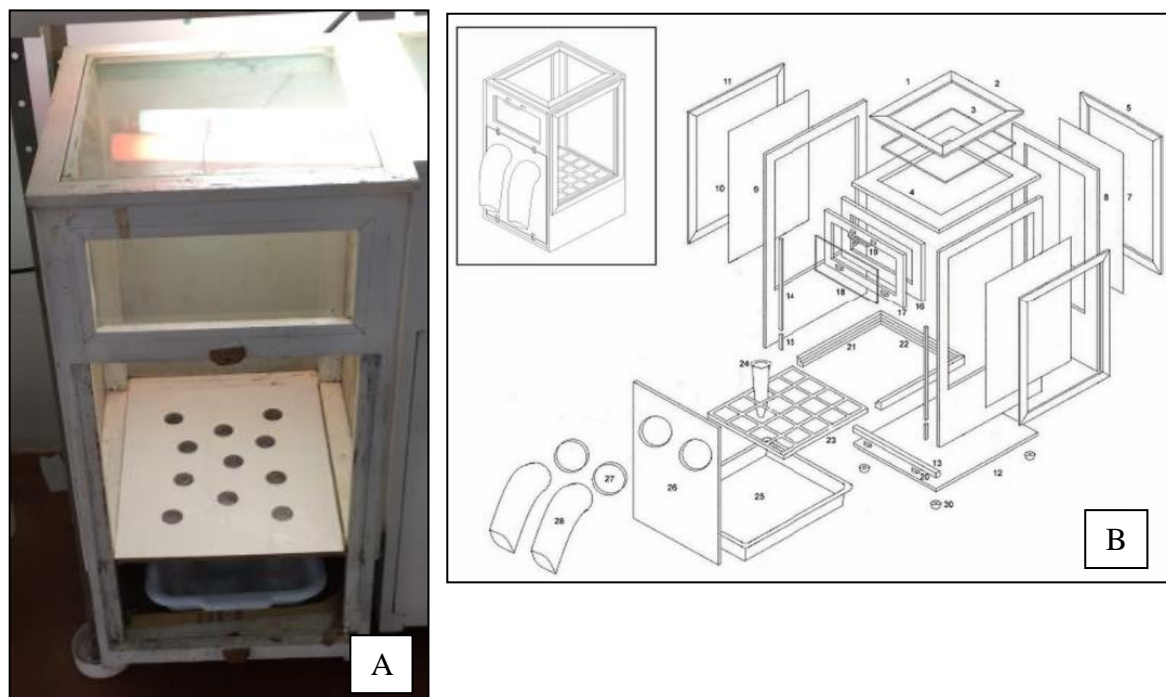


Figura 1 - Gaiola utilizada nos testes de resistência a *Thyrinteina arnobia* – fotografia (A) e esquema (B), em que: 1) moldura superior maior; 2) moldura superior menor; 3) vidro superior; 4) tampa superior; 5) moldura trazeira horizontal; 6) moldura vertical; 7) tela trazeira; 8) tampa trazeira; 9) tampa lateral; 10) tela lateral; 11) moldura lateral horizontal; 12) fundo da gaiola; 13) suporte do fecho anterior; 14) apoio vertical maior; 15) apoio vertical menor; 16) suporte do vidro frontal maior; 17) suporte do vidro frontal menor; 18) vidro frontal; 19) alça metálica; 20) fecho da tampa móvel; 21) suporte da bandeja vazada lateral; 22) suporte da bandeja vazada traseiro; 23) bandeja vazada; 24) tubete jumbo de 540 mL; 26) tampa móvel; 27) anel de PVC fixador da manga; 28) manga e 29) pé de borracha (WILCKEN et al., 2010).

Figure 1 - Cage used in resistance tests to *Thyrinteina arnobia*, photograph (A) and scheme (B), in which: 1) larger top frame; 2) smaller top frame; 3) top glass; 4) top cover; 5) horizontal back frame; 6) vertical frame; 7) rear screen; 8) back cover; 9) side cover; 10) side screen; 11) horizontal side frame; 12) cage bottom; 13) front zip holder; 14) larger vertical support; 15) smaller vertical support; 16) larger front glass holder; 17) smaller front glass holder; 18) front glass; 19) metal handle; 20) closing the movable cover; 21) side leaking tray support; 22) backed tray support; 23) leaked tray; 24) 540 mL jumbo tube; 26) movable cover; 27) PVC ring sleeve fastener; 28) sleeve and 29) rubber foot (WILCKEN et al., 2010).

776



777 **Figura 2** - Estrutura interna da gaiola utilizada nos testes de resistência a *Thyriniteina arnobia*.
778 **Figure 2** - Internal structure of cage used in resistance tests to *Thyriniteina arnobia*.

779
780 **Anexo 3**



781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798 **Figura 3** - Esquema de acondicionamento das mudas em ambiente de plataforma de
799 rustificação.
800 **Figure 3** -